

SIMEALI

III Simpósio de Engenharia
de Alimentos

INTERDISCIPLINARIDADE E INOVAÇÃO NA
ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Claudia Regina Vieira

Érika Endo Alves

Maximiliano Soares Pinto

Neide Judith Faria de Oliveira

Roberta Torres Careli

Instituições Organizadoras:



Agroindústria de Alimentos



ICA

INSTITUTO
DE CIÊNCIAS
AGRÁRIAS





SIMEALI

III Simpósio de Engenharia
de Alimentos

INTERDISCIPLINARIDADE E INOVAÇÃO NA
ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Montes Claros, 14 a 16 de agosto de 2019

Instituto de Ciências Agrárias

Universidade Federal de Minas Gerais

Editores:

Claudia Regina Vieira

Érika Endo Alves

Maximiliano Soares Pinto

Neide Judith Faria de Oliveira

Roberta Torres Careli

1ª EDIÇÃO

ICA – UFMG
2019

Copyright © 2019 Claudia Regina Vieira, Érika Endo Alves, Maximiliano Soares Pinto, Neide Judith Faria de Oliveira, Roberta Torres Careli.

ISBN: 978-85-64190-16-0

Diagramadores: Claudia Regina Vieira, Emanuely Gomes Alves Mariano, Victor Augusto Teixeira de Rezende.

Ilustradora: Isabel Rodrigues Marinho Maia

Direitos reservados dessa edição à

Claudia Regina Vieira, Érika Endo Alves, Maximiliano Soares Pinto, Neide Judith Faria de Oliveira, Roberta Torres Careli.

Avenida Universitária, 1000

39 404 – 547 – Montes Claros, MG – Brasil

Tel: +55 38 2101 7710

Fax: +55 38 2101 7753

e-mail: organizacao.simeali@gmail.com

Web site: www.simeali.com

Permitida a cópia, desde que citada a fonte.

Os conceitos emitidos neste e-book são de inteira responsabilidade dos autores.

Montes Claros - 2019

Simpósio de Engenharia de Alimentos - SIMEALI (3. : 2019 : Montes Claros)

S612s III Simpósio de Engenharia de Alimentos – SIMEALI:
2019 interdisciplinaridade e inovação na Engenharia de Alimentos [E-book]
/ Claudia Regina Vieira, Érika Endo Alves, Maximiliano Soares Pinto,
Neide Judith Faria de Oliveira e Roberta Torres Careli (Ed.). Montes
Claros: ICA/UFMG, 2019.
1273 p. : il. (1 E-book).

ISBN: 978-85-64190-16-0

Inclui referências ao final de cada artigo.

1. Alimentos -- Biotecnologia. 2. Divulgação científica. 3.
Alimentos -- qualidade. I. Universidade Federal de Minas Gerais,
Instituto de Ciências Agrárias. II. Título.

CDU: 664

ELABORADA PELA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA DO ICA/UFMG
Josiel Machado Santos – CRB-6/2577



Foto: Isabel Rodrigues Marinho Maia

“Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer.”

Albert Einstein

APRESENTAÇÃO

O III SIMEALI - SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS teve como objetivo a busca por avanços na área de Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos, apresentando temas atuais relacionados à área, especialmente no que se refere à alimentação, interdisciplinaridade e inovação.

O III SIMEALI ocorreu entre os dias 14 e 16 de agosto de 2019, no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), *Campus* Montes Claros, com a participação da Comissão Organizadora, incluindo o Comitê científico, composta por trinta e cinco integrantes: quatorze docentes do ICA/UFMG; seis docentes/pesquisadores de diferentes instituições de Ensino e Pesquisa do Brasil (Embrapa Agroindústria de Alimentos, FUNORTE, ICA/UFMG, IFMG, FAFAR/UFMG, UESB e UFG); três Técnicos Administrativos do ICA/UFMG; 10 discentes de Graduação do ICA/UFMG e dois discentes de Pós-Graduação do ICA/UFMG.

Colaboraram com o Simpósio vinte e dois conferencistas de diferentes Instituições, sendo na realização de oito palestras científicas de temas variados, proferidas por palestrantes de diferentes instituições – D.Sc. Alessandra Lopes de Oliveira (FZEA/USP), D.Sc. Diego Vicente da Costa (ICA/UFMG), D.Sc. Glauca Maria Pastore (FEA/UNICAMP), D.Sc. Marcos Lopes Dias (IMA/UFRJ), D.Sc. Maria Beatriz de Abreu Glória (FAFAR/UFMG), D.Sc. Otto Domenici Mozzer (CEVA SAÚDE ANIMAL), M.Sc. Simone Alvares Martins de Oliveira (CRQ/MG) e D.Sc. Walmir Matos Caminhas (DELT/UFMG) e na realização de quatorze minicursos teóricos e teóricos/práticos, ministrados pelos Professores D.Sc. Bruna Castro Porto e D.Sc. Felipe Cimino Duarte (IFNMG); D.Sc. Nívio Batista Santana (UESB); D.Sc. Alexandre de Paula Peres (UFLA); D.Sc. Alcinei Místico Azevedo, D.Sc. Claudia Regina Vieira, D.Sc. Junio Cota Silva e D.Sc. Rodolpho César dos Reis Tinini (ICA/UFMG); D.Sc. Cíntia Nanci Kobori (UFSJ); D.Sc. Maristella Martineli e D.Sc. Gisele Lourenço da Aparecida Makishi (UNIMONTES); Tatiane de Oliveira Tokairin (Doutora pela USP) e Camila Ribeiro Rocha (Mestra pela UFV).

Nesta edição, contamos com a presença de 193 participantes, oriundos de diferentes localidades do Brasil e de diferentes Instituições – Montes Claros/MG (UFMG, IFNMG, CODEVASF, FUNORTE, FASI e UNIMONTES), Alagoinhas/BA (UEFS), Alegre/ES (UFES), Barbacena/MG (IF Sudeste), Belém (UFRA), Belo Horizonte (Faculdade Senac Minas), Campinas/SP (Unicamp), Dourados/MS (UFGD), Diamantina/MG (UFVJM), Feira de Santana/BA (Senai), Goiânia/GO (UFG), Guanambi/BA (IF Baiano), Itapetinga/BA (UESB), Ibiapina/CE (IFCE), Janaúba/MG (Unimontes), Juiz de Fora/MG (UFJF), Laranjeiras do Sul/PR (UFFS), Lavras/MG (UFLA), Macapá/AP (Embrapa Macapá), Ouro Preto/MG (UFOP), Salinas/MG (IFNMG), Sete Lagoas/MG (UFSJ), Seropédica/RJ (UFRRJ), Solânea/PB (UFPB) e Vitória da Conquista/BA (UFBA, IFBA e UESB).

O III Simpósio de Engenharia de Alimentos englobou a participação de mais de 200 avaliadores de diferentes instituições de Ensino e Pesquisa do País, que avaliaram os trabalhos científicos pela Plataforma Even3 e, presencialmente, na apresentação de 173 trabalhos científicos na Mostra Científica, que se encontram publicados no presente documento.

Este *E-book* apresenta capítulos de diferentes áreas do conhecimento, tendo a interdisciplinaridade e inovação na Engenharia de Alimentos como tema central, representando a troca de experiência entre pesquisadores, professores, acadêmicos de Curso Técnico, acadêmicos de Graduação, acadêmicos de Pós-Graduação e profissionais das áreas de Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos, Nutrição, Ciências Agrárias e demais áreas afins da região Norte de Minas Gerais e demais regiões do país.

Claudia Regina Vieira
Coordenadora do III SIMEALI



Foto: Isabel Rodrigues Marinho Maia

AGRADECIMENTOS

Aos autores, por difundir suas pesquisas com responsabilidade e competência na forma de capítulos deste *E-book*.

Aos avaliadores, pelas correções e contribuições para os capítulos desta obra.

Aos apoiadores e patrocinadores, pela concessão de recursos que viabilizaram a realização do III SIMEALI.

À Comissão Organizadora, pelo árduo trabalho e dedicação na organização do evento.

A todos os inscritos no III SIMEALI, pois sem eles o evento não teria acontecido.

Aos servidores do Setor de infraestrutura do Instituto de Ciências Agrárias que, nos bastidores, fizeram com que o III SIMEALI fosse realizado com sucesso.

À bibliotecária Edélzia Cristina Sousa Versiani, pela contribuição inestimável na elaboração das Normas e edição deste *E-book*.

Aos bibliotecários Josiel Machado Santos e Nádia Cristina Oliveira Pires pelas contribuições finais para publicação deste *E-book*.

A todos que, de alguma uma forma, tornaram possível a realização do III SIMEALI e, por conseguinte, a publicação deste *E-book*.

Nossos sinceros agradecimentos.

Claudia Regina Vieira
Coordenadora do III SIMEALI

Érika Endo Alves
Subcoordenadora do III SIMEALI



Foto: Isabel Rodrigues Marinho Maia

COMISSÃO ORGANIZADORA DO III SIMEALI

Coordenação Geral

Claudia Regina Vieira – Docente (ICA/UFMG)

Érika Endo Alves – Docente (ICA/UFMG)

Comitê Científico

Clarissa Damiani – Docente (UFG)

Cristiane Patrícia Oliveira – Docente (UESB)

João Tomaz da Silva Borges – Docente (IFMG)

Maria Beatriz de Abreu Glória – Docente (FAFAR/UFMG)

Maximiliano Soares Pinto – Docente (ICA/UFMG)

Neide Judith Faria de Oliveira – Docente (ICA/UFMG)

Roberta Torres Careli – Docente (ICA/UFMG)

Virgínia Martins da Matta – Pesquisadora (EMBRAPA Agroindústria de Alimentos)

Comitê da II Mostra de Novos Produtos

Caroline Liboreiro Paiva – Docente (ICA/UFMG)

Juliana Pinto de Lima – Docente (ICA/UFMG)

Comitê Recursos e Divulgação

Anna Christina de Almeida – Docente (ICA/UFMG)

Danielle Soares Malveira – Docente (FUNORTE)

Fábio Gomes de Matos – Técnico (ICA/UFMG)

Mariuze Loyanny Pereira Oliveira – Técnica (ICA/UFMG)

Sandro Braga Soares – Técnico (ICA/UFMG)

Comitê Programação

Fausto Makishi – Docente (ICA/UFMG)

Igor Viana Brandi – Docente (ICA/UFMG)

Janaína Teles de Faria – Docente (ICA/UFMG)

Milton Nobel Cano Chauca – Docente (ICA/UFMG)

Sérgio Henrique Souza Santos – Docente (ICA/UFMG)

William James Nogueira Lima – Docente (ICA/UFMG)

SUMÁRIO

PARTE 1	1
Biotecnologia de Alimentos; Tratamento e Aproveitamento de Subprodutos	
Capítulo 1	2
Avaliação da capacidade antioxidante e compostos fenólicos da casca da amêndoa de cacau em pó	
Capítulo 2	10
Valorização dos compostos fenólicos de polpas imatura e madura de bacupari (<i>Garcinia brasiliensis</i>)	
Capítulo 3	17
Avaliação físico-química da casca da amêndoa do cacau	
Capítulo 4	24
Avaliação proximal de casca e farinha de Pitaya Amarela e Vermelha	
Capítulo 5	31
Otimização da extração de antocianinas totais em casca de jabuticaba (<i>Plinia cauliflora</i>) liofilizada	
Capítulo 6	38
Caracterização das frações casca, polpa, semente e borra do açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.)	
Capítulo 7	44
Composição nutricional da Bacaba: um estudo de suas frações	
Capítulo 8	51
Farinhas de palma (<i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Mill) e de cefalotórax de camarão (<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>): qualidade sanitária, nutricional e compostos bioativos	
Capítulo 9	59
Aplicação de subprodutos do processamento de frutas na cobertura de confeitos drageados macios	
Capítulo 10	69
Efeito da funcionalização do carvão ativado obtido a partir das bainhas do palmito da pupunha na imobilização de lipase	
Capítulo 11.....	77
Produção de biocarvão ativado a partir de resíduos vegetais do restaurante universitário da UFMG	

Capítulo 12.....	85
Avaliação da composição físico-química da farinha do resíduo do processamento da polpa de acerola	
Capítulo 13	93
Utilização de farinha da torta de buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L.) na elaboração de barra de frutas	
PARTE 2	100
Controle de Qualidade: Análise Sensorial, Química de Alimentos e Análise de Alimentos	
Capítulo 1	101
Caracterização físico-química, compostos bioativos e capacidade antioxidante de limão Tahiti e Cravo produzido em Barbacena - Minas Gerais	
Capítulo 2	109
Caracterização físico-química dos frutos de caqui (<i>Diospyros kaki</i> L.)	
Capítulo 3.....	115
Avaliação físico-química e bioativa dos frutos de araçá-roxo (<i>Psidium myrtoides</i> O. Berg)	
Capítulo 4	121
Geleia tradicional e diet da polpa da fruta exótica caferana	
Capítulo 5	129
Características da qualidade do queijo minas artesanal do Serro, Minas Gerais, em diferentes tempos de maturação	
Capítulo 6	137
Determinação da atividade antioxidante e de compostos fenólicos em chás comerciais vendidos em sachets	
Capítulo 7	145
Complexação de cobre com índigo carmim em soluções alcoólicas	
Capítulo 8	152
Potencial nutricional da farinha de coco comercializada a granel	
Capítulo 9	159
Padrão de qualidade físico-químico de requeijões manteiga comercializados na cidade de Vitória da Conquista-Bahia	
Capítulo 10	167
Utilização da análise multivariada para determinar o perfil de preferência de diferentes grupos de consumidores quanto aos tipos de chocolates comerciais	

Capítulo 11	173
Avaliação da adição de pectina em formulação do doce de pitaya: aspectos físico-químicos e sensoriais	
Capítulo 12	181
Otimização de sucos mistos de abacaxi e gengibre visando à obtenção de maiores teores de compostos fenólicos totais	
Capítulo 13	188
Avaliação do sabor e impressão global de sucos mistos de abacaxi e gengibre	
Capítulo 14	195
Alterações físico-químicas de óleos usados durante o processo de fritura de alimentos em estabelecimentos comerciais	
Capítulo 15	204
Avaliação do perfil de textura em chocolates com adição de gordura vegetal hidrogenada	
Capítulo 16	210
Identificação e Quantificação de Voláteis Minoritários em Cachaças Produzidas em Minas Gerais, Brasil	
Capítulo 17	219
Análise da estabilidade físico-química da polpa de pequi em conserva	
Capítulo 18	226
Análise físico-química de papinha de abóbora tratada com UV-C	
Capítulo 19	232
Caracterização físico-química de queijos maturados de ovelhas Pantaneiras suplementadas na dieta com lipídeos	
Capítulo 20	239
Elaboração de formulações de geleias de palma (<i>Opuntia ficus-indica</i> L. Miller) tradicional e light com adição ou não de maracujá	
Capítulo 21	248
Análise sensorial do doce de grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.)	
Capítulo 22	254
Identificação de matérias estranhas e teste de Lugol em amostras de mel não fiscalizadas e comercializadas em feiras livres da região de Belo Horizonte-MG	
Capítulo 23	261
Caracterização físico-química de batata-doce desidratada osmoticamente seguida por secagem em forno micro-ondas doméstico	

Capítulo 24	267
Avaliação de parâmetros físicos e químicos de hambúrguer de frango com adição de diferentes proteínas não cárneas	
Capítulo 25	274
Caracterização físico-química de maçã desidratada por processo osmótico com diferentes concentrações de canela, seguida por secagem em micro-ondas	
Capítulo 26	280
Análise físico-química do doce de grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.)	
Capítulo 27	286
Triagem fitoquímica de extratos de cafés arábica da região Norte de Minas Gerais extraídos a frio	
Capítulo 28	292
Avaliação físico química de cappuccinos comerciais	
Capítulo 29	299
Triagem fitoquímica de chás de folha de amora (<i>Morus nigra</i> L.)	
Capítulo 30	305
Aceitação sensorial de biscoito salgado com reduzido teor de sódio	
Capítulo 31	312
Avaliação sensorial de barra de cereais com castanha de pequi	
Capítulo 32	321
Caracterização físico-química de goiabada comercializada na cidade de Diamantina, Minas Gerais	
Capítulo 33	327
Avaliação de parâmetros de cocção e análises físico-químicas de amostras de arroz das variedades preto, vermelho, selvagem e tradicional	
Capítulo 34	335
Massas de pastéis elaboradas com farinhas de vegetais	
Capítulo 35	342
Potencial antioxidante de frutos do Cerrado do norte de Minas Gerais	
Capítulo 36	349
Uso de técnicas espectroscópicas (UV-VIS) para classificação e detecção de cereais não maltados em cervejas comerciais	
Capítulo 37	356
Composição centesimal de amêndoa do baru (<i>Dipteryx alata</i> Vogel)	

Capítulo 38	362
Avaliação sensorial de margarinas enriquecidas com óleo de buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>) e macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd.)	
Capítulo 39	369
Avaliação sensorial de biscoitos tipo cookie elaborados com farinha de batata doce	
Capítulo 40	375
Avaliação da composição química nutricional e tecnológica de bolos elaborados com farinha de batata doce	
Capítulo 41	383
Avaliação das características de qualidade de queijo petit suisse comercializado na região de Diamantina/MG	
Capítulo 42	391
Utilização do teste “Check All That Apply” – CATA para descrever o perfil sensorial de doce de leite	
Capítulo 43	399
Análise sensorial de minibolos formulados com farinha de batata doce recheados com geleia de amora	
Capítulo 44	405
Análise e caracterização de um padrão de identidade e qualidade para biscoito tipo cracker	
Capítulo 45	415
Utilização de borra de café como um ingrediente funcional em bolo de chocolate	
Capítulo 46	423
Caracterização física e do perfil de textura na maturação do queijo artesanal da região Serra Geral – MG	
Capítulo 47	431
Desenvolvimento de bebida láctea adicionada de preparado de morango e proteína do soro do leite	
Capítulo 48	438
Avaliação nutricional e sensorial de bolos elaborados com farinhas de diferentes tipos de arroz	
Capítulo 49	445
Avaliação pós-colheita de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i> DC.) em simulação de seu comportamento em expositores de supermercado	

Capítulo 50	451
Caracterização Físico Química de Bebida Láctea Fermentada Adicionada de Coquinho Azedo (<i>Butia capitata</i>)	
Capítulo 51	459
Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de sementes de <i>Sterculia striata</i>	
Capítulo 52	466
Caracterização de biscoitos tipo cookie elaborados com farinha de batata	
Capítulo 53	473
Análise sensorial e físico-química de doce de Pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb) do comércio local de Diamantina-MG	
Capítulo 54	480
Análise de textura e de parâmetros químicos de lombo defumado utilizando sal refinado e sal refinado light em sódio	
Capítulo 55	486
Análises físico-químicas de frutos do coquinho-azedo (<i>Butia capitata</i> var. <i>capitata</i>) de epicarpo amarelo e roxo	
Capítulo 56	492
Parâmetros físico-químicos de iogurtes elaborados com diferentes teores de gordura e lactose	
Capítulo 57	498
Análise Sensorial de biscoitos doces com farinha de beterraba	
Capítulo 58	504
Avaliação de injúria por frio em cagaita	
Capítulo 59	512
Caracterização química e sensorial de linguças com farinha de jatobá (<i>Hymenaea Courbaril</i>)	
Capítulo 60	520
Análise Sensorial de barra de frutas elaboradas com farinha da torta de buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L.)	
Capítulo 61	526
Biscoitos tipo aperitivo elaborados com farinha de batata doce e alimentos funcionais	
Capítulo 62	533
Influência da densidade de estocagem de tracajá <i>Podocnemis unifilis</i> nos aspectos qualitativos da carne	

Capítulo 63	541
Avaliação centesimal da farinha de <i>Tenebrio molitor</i> seca em diferentes tempos em micro-ondas	
Capítulo 64	547
Desenvolvimento de Barras de Cereais enriquecida com fibras: Avaliação da Intenção de Compra e Impressão Global	
Capítulo 65	553
Caracterização de farinhas de arroz para elaboração de produtos sem gluten	
Capítulo 66	560
Análise da composição centesimal e de características físico-químicas em farinhas de milho produzidas na região do Vale do Jequitinhonha	
Capítulo 67	568
Uso do grupo focal como método de análise do perfil de compra e consumo de iogurte e bebida láctea	
Capítulo 68	575
Composição centesimal e tecnológica de biscoitos doces com farinha de beterraba	
Capítulo 69	582
Caracterização físico-química de méis de <i>Melipona mondury</i> (Uruçu amarela)	
PARTE 3	589
Engenharia: Desenvolvimento, modelagem, simulação, controle e automação de processos e operações	
Capítulo 1	590
Impacto do sistema matricial nas propriedades físicas da emulsão do óleo de pequi na produção de micropartículas por spray drying	
Capítulo 2	599
Captura de peroxidase da água de coco por troca iônica em adsorvente polimérico macroporoso	
Capítulo 3	606
Sistema aquoso bifásico: dados de equilíbrio e partição de pigmento natural	
Capítulo 4	615
Estudo dos processos de fermentação e secagem do cacau e o efeito das condições de torra sobre a umidade do produto	
Capítulo 5	623
Partição de saponina de Quillaja em sistema aquoso bifásico	

Capítulo 6	632
Purificação das proteínas β -lactoglobulina (β -lg) e α -Lactoalbumina (α -La) do soro bovino por adsorção em carvão ativado sintetizado a partir do resíduo da pupunha	
Capítulo 7	638
Síntese de Carvão Ativado a partir de Resíduos Proveniente de Fermentação em Estado Sólido	
Capítulo 8	646
Avaliação preliminar da partição de surfactante natural em sistema aquoso bifásico	
Capítulo 9	655
Proteínas do soro de leite: adsorção utilizando carvão ativado proveniente de resíduo de amendoim	
PARTE 4	660
Nutrição: Alimentos Funcionais, Fortificação de Alimentos, Rotulagem Obrigatória	
Capítulo 1	661
Utilização da análise de correspondência para identificação das plantas endêmicas da microrregião de Salinas	
Capítulo 2	670
Caracterização de extrato de inhame (<i>Dioscorea cayennensis</i> Lam.) e fruto da palma (<i>Opuntia ficus-indica</i> L. Miller): potencial nutricional e teor de bioativos	
Capítulo 3	678
Determinação dos fatores de correção e cocção de hortaliças em uma unidade de alimentação e nutrição	
Capítulo 4	685
Análise da rotulagem nutricional de pães integrais comercializados em Montes Claros-MG: teor de fibras e adequação com a legislação vigente	
Capítulo 5	691
Análise sensorial e funcional do gelado com biomassa de banana verde (<i>Musa</i> spp.)	
Capítulo 6	699
Avaliação da rotulagem nutricional dos produtos de uma panificadora industrial em Montes Claros, MG	
Capítulo 7	705
Análise de conteúdo de água durante o processo de malteação do sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench)	

Capítulo 8	711
Análise da adequação da rotulagem nutricional de biscoitos doces maisena comercializados em Diamantina, MG	
PARTE 5	717
Segurança alimentar: Microbiologia de Alimentos e Toxicologia de Alimentos	
Capítulo 1	718
Potencial antibacteriano de extratos das folhas de <i>Caryocar brasiliense</i> Camb. sobre <i>Escherichia coli</i>	
Capítulo 2	725
Ação sanitizante de extratos das folhas de <i>Caryocar brasiliense</i> Camb. sobre <i>Escherichia coli</i> aderida em aço inoxidável e polipropileno	
Capítulo 3	732
Análise da estabilidade microbiológica de leite cru, pasteurizado e UHT	
Capítulo 4	739
Seleção de extratos vegetais do Cerrado com efeito antagonista sobre <i>Pseudomonas</i> spp.	
Capítulo 5	745
Susceptibilidade de extratos vegetais de <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. frente a <i>Pseudomonas</i> spp.	
Capítulo 6	750
Análise microbiológica de alimentos minimamente processados comercializados em Vitória da Conquista – BA	
Capítulo 7	757
Qualidade microbiológica de pasta do açaí comercializada por aplicativos	
Capítulo 8	764
Contaminantes de embalagens e de seu ambiente de armazenamento no comércio varejista de produtos lácteos	
Capítulo 9	773
Ferramentas para verificação da implementação de programas de autocontrole em indústrias de laticínios	
Capítulo 10	782
Levantamento higiênico-sanitário das feiras livres de Ubajara, São Benedito, Ibiapina e Tianguá	
Capítulo 11	790
Efeito do branqueamento sobre a cor e a qualidade microbiológica de polpa de pequi em conserva	

Capítulo 12	798
Patógenos alimentares em leite de bovinos com mastite subclínica	
Capítulo 13	804
Avaliação da qualidade microbiológica de especiarias comercializadas em feira livre no município de Vitoria da Conquista, Bahia	
Capítulo 14	810
Adesão de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> em galões de polipropileno e controle por sanitização química	
Capítulo 15	818
Adesão de <i>Escherichia coli</i> em aço inoxidável sob diferentes temperaturas	
Capítulo 16	824
Avaliação da microbiota e sanitização de esponjas utilizadas em unidades de alimentação de Montes Claros, MG	
Capítulo 17	831
Efeitos da radiação gama na cinética da <i>Salmonella enterica</i> e parâmetros de qualidade em carne moída bovina	
Capítulo 18	839
Presença do gene blaZ em isolados de <i>Staphylococcus aureus</i> resistentes a Beta-lactâmicos provenientes de leite e queijo	
Capítulo 19	844
Uso da PCR para detecção dos genes mecA e mecA LGA251 em <i>Staphylococcus aureus</i> isolados de leite mastítico no norte de Minas Gerais	
Capítulo 20	850
Caracterização microbiológica na maturação do queijo artesanal da Serra Geral	
Capítulo 21	857
Avaliação da atividade antibacteriana de extratos de <i>Arrabidaea chica</i> (Humb. & Bonpl.) B. Verlot. frente a bactérias patogênicas	
Capítulo 22	863
Avaliação microbiológica de queijos Minas Artesanais produzidos na região da Serra Geral – MG	
Capítulo 23	869
Avaliação microbiológica de saladas comercializadas em rede de fast food	

PARTE 6	876
Tecnologia de Alimentos: Embalagens de Alimentos, Desenvolvimento e Processamento de Alimentos	
Capítulo 1	877
Produção de corante natural azul a partir de jenipapo verde e maduro	
Capítulo 2	884
Alho Negro: Investigação do escurecimento e formação do composto 5-hidroximetilfurfural	
Capítulo 3	893
Macarrão instantâneo fonte de proteína e com alto teor de fibra alimentar	
Capítulo 4	902
Elaboração e avaliação da estabilidade de emulsões tipo maionese com baixo teor de óleo de buriti	
Capítulo 5	910
Avaliação do potencial de estabilização de carboximetilcelulose em formulação modelo de emulsão do tipo O/A	
Capítulo 6	917
Avaliação da biodegradabilidade de filmes de quitosana em blendas com outros biopolímeros	
Capítulo 7	925
Propriedades mecânicas e atividade antifúngica de filmes biodegradáveis adicionados de óleos essenciais	
Capítulo 8	934
Efeito da modificação química por acetilação nas propriedades químicas e tecnológicas de amido de araruta (<i>Maranta arundinacea</i> L.) nativo e modificado	
Capítulo 9	942
Filmes à base de amido de araruta (<i>Maranta Arundinacea</i> L.) com adição de óleo de Licuri (<i>Syagrus Coronata</i>) e Tween 80	
Capítulo 10	951
Obtenção e caracterização de amido de banana da terra verde nativo e modificado por reticulação	
Capítulo 11	960
Substituição parcial de farinha de trigo por farinha de milho biofortificado germinado na produção de pães de forma: efeitos na cor, volume e perfil de textura	

Capítulo 12	968
Análise de layout de uma queijaria artesanal localizada no município do Serro-MG	
Capítulo 13	977
Desenvolvimento e caracterização de cápsulas de suco de uva tinto integral formadas por gelificação iônica	
Capítulo 14	986
Estudo da coloração instrumental, carotenoides e antocianinas em pimentas biquinho desidratadas e cultivadas em sistema de base agroecológica	
Capítulo 15	992
Coloração instrumental e antocianinas em farinhas da casca de pitayas	
Capítulo 16	999
Estudo do processo de infusão da jabuticaba para a elaboração de licores a partir de álcool de cereais e cachaça	
Capítulo 17	1008
Desenvolvimento de um novo produto com potencial probiótico à base de amêndoa da castanha de caju tipo “queijo Camembert”	
Capítulo 18	1015
Caracterização nutricional da polpa de munguba e da farinha obtida a partir da sua polpa desidratada	
Capítulo 19	1021
Análise de propriedades físicas de batata baroa (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>) submetida a diferentes métodos de cocção	
Capítulo 20	1028
Análise de propriedades físico-químicas do Cará (<i>Dioscorea trifida</i>) submetido a diferentes métodos de cocção	
Capítulo 21	1035
Otimização das propriedades mecânicas e solubilidade de filmes biodegradáveis de farinha de fruta-de-lobo (<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil)	
Capítulo 22	1044
Desenvolvimento de bebida à base de derivados de coco verde	
Capítulo 23	1051
Determinação de parâmetros de processo para obtenção de fruta laminada de bacuri e coco verde	
Capítulo 24	1058
Desenvolvimento de nanocompósito à base de amido de fruta-de-lobo (<i>Solanum lycocarpum</i> St. Hill) reforçado com nanopartículas de cellulose	

Capítulo 25	1066
Desidratação osmótica de batata-doce seguida por secagem em campo de micro-ondas	
Capítulo 26	1072
Elaboração de maçã desidratada por processo osmótico com diferentes concentrações de canela, seguida por secagem em micro-ondas	
Capítulo 27	1078
Aceitabilidade sensorial de massa fresca de macarrão elaborado com farinha de palma <i>Opuntia ficus-indica</i> L. Miller	
Capítulo 28	1086
Caracterização de extratos de cafés arábica da região Norte de Minas Gerais extraídos a frio com o potencial para aplicação na produção de café solúvel liofilizado	
Capítulo 29	1094
Caracterização de frutos de diferentes espécies de Palma forrageira	
Capítulo 30	1100
Desenvolvimento e avaliação da qualidade de barras de cereais com polpa e amêndoa de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i>)	
Capítulo 31	1108
Efeito da adição de diferentes fontes de lipídeos com relação aos parâmetros químicos e físicos de “bolo de carne” elaborados com farinha de peito de frango	
Capítulo 32	1115
Avaliação do potencial de estabilização de carboximetilcelulose em formulação modelo de emulsão do tipo O/A	
Capítulo 33	1122
Proteínas vegetais extrusadas como extensores em sistema modelo de emulsão carne	
Capítulo 34	1131
Avaliação da qualidade na produção do leite em uma cooperativa de Dourados/MS	
Capítulo 35	1138
Influência da gestão de projetos no desenvolvimento de novos produtos no Curso de Engenharia de Alimentos- Estudo de caso	
Capítulo 36	1146
Caracterização de cladódios e frutos de palma (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill) e aplicação em uma sobremesa tipo gelatina de ágar-ágar	

Capítulo 37	1154
Caracterização de pré-misturas para bolos elaborados com farinhas de arroz branco, negro e vermelho	
Capítulo 38	1162
Coprodutos da produção de cerveja artesanal aplicados em pães de forma integrais	
Capítulo 39	1171
Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de doce em massa de fisális (<i>Physalis peruviana</i> L.)	
Capítulo 40	1178
Avaliação do ensaio de perfuração e espessura em espumas poliméricas biodegradáveis à base de amido de milho	
Capítulo 41	1185
Desenvolvimento de margarinas enriquecidas com óleo de buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>) e macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd.)	
Capítulo 42	1192
Avaliação da cor instrumental de bolos de carne a base de farinha de peito de frango com adição de fontes de lipídeos variados	
Capítulo 43	1199
Efeito do tempo de armazenamento no comportamento reológico e na viabilidade de cultura probiótica em bebida láctea sabor café	
Capítulo 44	1207
Diagnóstico do processo de fabricação do queijo artesanal produzido da Serra Geral, no norte de Minas Gerais	
Capítulo 45	1215
Desenvolvimento e caracterização físico-química de iogurte concentrado “tipo grego” com creme e sem creme produzidos a partir de leite bubalino	
Capítulo 46	1224
Elaboração e caracterização de nugget caprino recheado com queijo coalho caprine	
Capítulo 47	1231
Secagem de banana verde e avaliação do teor de amido resistente	
Capítulo 48	1240
Elaboração do fermentado alcoólico de acerola (<i>Malpighia glabra</i> L.)	
Capítulo 49	1249
Elaboração e análise físico-química de licor de Pequi com variações na extração alcoólica e concentração de calda	

Capítulo 50	1257
Efeito da termossonicação sobre a concentração do retinol no leite humano	
Capítulo 51	1266
Avaliação de filmes obtidos por misturas de soluções de quitosana, carboidrato e proteína	

PARTE 1

Biotecnologia de Alimentos; Tratamento e Aproveitamento de Subprodutos

Capítulo 1

Avaliação da capacidade antioxidante e compostos fenólicos da casca da amêndoa de cacau em pó

Fabíola Nogueira Soares Souza¹; Larissa Alves Sandes²; Jéssica Santos de Oliveira²; João de Deus Souza Carneiro³; Cristiane Patrícia de Oliveira*⁴

Resumo

A casca da amêndoa de cacau é um resíduo da indústria cacaeira que apresenta características funcionais interessantes devido à presença de compostos bioativos. Em virtude disto objetivou-se com este trabalho avaliar o perfil antioxidante e de compostos fenólicos deste subproduto. Fez-se um estudo do perfil antioxidante pela capacidade de sequestrar o radical 2,2-difenil-1-picrilidrazilo (DPPH) e sistema β -caroteno/Ácido Linoleico e avaliou a presença de alguns compostos fenólicos. Os resultados mostraram valores positivos quanto à capacidade de sequestrar o DPPH e também quanto à proteção a oxidação do β -caroteno. Observou-se a presença de compostos fenólicos sendo estes representados pelas antocianinas, taninos, ácido gálico, ácido clorogênico e ácido cafeico. A capacidade antioxidante e a presença de compostos bioativos na casca da amêndoa do cacau foram confirmadas.

Palavras-chave: Indústria cacaeira. Radicais Livres. Subprodutos.

Introdução

A casca da amêndoa de cacau é considerada um subproduto da indústria cacaeira, que é extraída do grão de cacau durante o processamento, após a etapa de torrefação. Este subproduto apresenta em sua composição compostos fenólicos (polifenóis solúveis e taninos) que foram associados à sua capacidade antioxidante (LECUMBERRI *et al.*, 2007).

¹ Mestranda em Ciência e Engenharia de Alimentos, Departamento de Tecnologia Rural e Animal/ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia.

² Discente, Colegiado de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

³ Professor Doutor, Departamento de Ciência dos Alimentos/Universidade Federal de Lavras.

⁴ Professora Doutora, Departamento de Tecnologia Rural e Animal/ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia.

*Autor para correspondência: cristianepatricia@hotmail.com

Na área de alimentos, estudos apontam o uso da casca da amêndoa de cacau como substituto de antioxidantes sintéticos em óleos para fritura. Aladedunye (2014), por exemplo, sugere a aplicação da casca da amêndoa de cacau em óleos utilizados para fritura para substituir antioxidantes sintéticos, tais como hidroxitoluenobutilado (BHT), hidroxianisolebutilado (BHA) e tercbutilhidroquinona (TBHQ), frequentemente adicionados aos óleos processados para retardar a degradação oxidativa durante o armazenamento e a fritura.

Em geral os resíduos da agroindústria cacauceira são destinados para fins não alimentícios (ROCHA NETO *et al.*, 2010) desta forma a avaliação do perfil antioxidante e um estudo da presença de compostos bioativos na casca de cacau vislumbrando sua utilização como ingrediente na indústria de alimentos é também uma alternativa para agregar valor a este subproduto. Diante do exposto neste estudo objetivou-se avaliar o perfil antioxidante da casca da amêndoa de cacau bem como avaliar a presença de compostos fenólicos.

Material e métodos

Os resíduos da indústria de cacau utilizados para avaliação, casca da amêndoa de cacau, foram obtidos por doações de produtores de chocolate de uma empresa cacauceira da região de Ilhéus-BA. A casca após ser retirada da amêndoa foi coletada, guardada em sacos plásticos e armazenada a temperatura ambiente até o momento da utilização. O tipo do cacau bem como o período da produção não foi considerado para coleta das cascas.

Para obtenção da casca da amêndoa de cacau em pó, a casca foi triturada em moinho de bola com câmara fechada, modelo MA350 - Marconi e posteriormente peneirados e armazenados em embalagens a vácuo, em temperatura ambiente, até o momento do uso.

Para obtenção da casca de cacau em pó foram utilizadas cascas de três produções distintas de chocolate configurando assim três repetições. Para cada uma das repetições os testes de avaliação da capacidade antioxidante foram aplicados pelo menos em triplicata. Os resultados apresentados são as médias dos valores obtidos para cada repetição.

Determinação da capacidade antioxidante total pelo método de DPPH

O método de DPPH foi realizado segundo metodologia de Byun; Kim; Whiteside, 2010. Uma alíquota do sobrenadante (0,1 mL) foi misturada com 3,9 mL de DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazilo) 0,06 mM em metanol a 80%. A mistura foi vigorosamente agitada em agitador de tubos durante 1

min e depois foi deixada em repouso à temperatura ambiente no escuro por 50 min. A absorbância foi lida a 515 nm, utilizando um espectrofotômetro UV-VIS. O equipamento foi zerado com metanol 80%. Determinou-se uma curva de calibração para calcular a capacidade antioxidante e o resultado foi expresso em g amostra/g DPPH.

Determinação da capacidade antioxidante total pelo sistema β -caroteno/Ácido Linoleico

A determinação da atividade antioxidante total pelo sistema β -caroteno/ácido linoleico, foi determinada espectrofotometricamente de acordo com a metodologia apresentada por Lopes-Lutz *et al.* (2008) com modificações. Inicialmente, foi preparada uma solução contendo 40 μ L de ácido linoleico, 600 mg de Tween 20, 6 mg de β -caroteno e 30 mL de clorofórmio. Todo o clorofórmio foi removido, utilizando um rotavaporador, e depois disso, 150 mL de água destilada saturadas com oxigênio foram adicionadas à mistura sob agitação constante. No tubo de ensaio, foram adicionados 2,7 mL desta solução a 0,3 mL do extrato e o controle negativo foi adicionado 0,3 mL de etanol. Para comparar as atividades, o BHT padrão (controle positivo) foi avaliado. Absorbância foi medida imediatamente a 470 nm em um espectrofotômetro. Após a absorbância inicial leitura, os tubos foram incubados em banho-maria a 50°C sob a luz para a reação de oxidação, e a segunda leitura foi realizada após 60 min de incubação. Todas as leituras foram realizadas em triplicado. A capacidade antioxidante equivalente à BHT (BHT mg equivalente. g de amostra⁻¹) foi determinada por uma curva de calibração e os resultados convertidos em % proteção.

Determinação de antocianinas

A determinação de antocianinas totais foi realizada segundo o método descrito por Lees e Francis (1972), com algumas adaptações de Barcia *et al.* (2012). Utilizou-se 1 g da amostra, na qual foi adicionado 25 mL da solução extratora a base de etanol acidificado com ácido clorídrico e foram deixadas em repouso por 1 h a temperatura ambiente. Após esse período as amostras foram filtradas e os filtrados foram coletados em balões volumétricos de 50 mL, aferidos com a solução extratora. Em seguida, foi efetuada a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 535 nm. A quantificação de antocianinas foi feita por meio da equação descrita abaixo, e o resultado expresso em miligramas de cianidina-3-glucosídeo por 100 g da amostra.

$$AT = \left(\frac{Abs \times PM \times FD}{\epsilon} \right) \times 100$$

Onde:

AT = antocianinas totais expressas em mg da antocianina em 100 g de amostra;

Abs = absorvância do extrato filtrado lida a 535 nm;

PM = peso molecular da cianidina-3-glucosídeo ($449,2 \text{ g.mol}^{-1}$);

FD = fator de diluição dado pela razão entre o volume final da solução após a adição do tampão e pelo volume da alíquota da amostra;

ϵ = coeficiente de extinção molar da cianidina-3-glicosídeo em solução etanólica acidificada à 535nm, cujo valor é $26900 \text{ L} \cdot (\text{cm} \cdot \text{mg})^{-1}$ e 100 é utilizado para expressar o valor por 100 gramas de amostra.

Determinação de taninos

A determinação de taninos foi realizada de acordo com o método colorimétrico de Folin-Denis, conforme Deshpande, Cheryan e Salunke (1986). Colocou-se 1 g da amostra em Erlenmeyer, no qual foi adicionado 80 mL de metanol a 50 % e levados a ebulição por 15 min em banho-maria. Em seguida a amostra foi filtrada e o resíduo do filtro foi transferido para o mesmo Erlenmeyer de uso inicial, onde foram adicionados novamente 80 mL de metanol a 50 % e submetidos a banho-maria por 15 minutos. Este procedimento foi realizado por três vezes. Em seguida o filtrado foi colocado em chapa elétrica quente para evaporar o material até aproximadamente 5 mL. O material foi transferido para um balão volumétrico de 100 mL e o volume foi completado com água destilada. As leituras das amostras foram feitas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 760 nm. O resultado equivalente a mg de ácido tânico. 100g^{-1} foi determinado utilizando uma curva de calibração.

Determinação dos compostos fenólicos utilizando o reagente Folin-Ciocalteu

O conteúdo fenólico total foi determinado por análise espectrofotométrica utilizando o reagente Folin-Ciocalteu. Em tubo de ensaio foram adicionados 0,5 mL da amostra e 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu (10%). A solução foi homogeneizada e, em seguida acrescentou-se 2mL de solução saturada de carbonato de sódio (Na_2CO_3). Decorridas 2h de repouso foram realizadas as leituras em triplicata das absorvâncias em espectrofotômetro a 750 nm. O branco foi realizado nas mesmas condições, substituindo a amostra por água destilada. A partir da de uma curva de calibração,

realizou-se o cálculo do teor de fenólicos totais, expresso em miligramas de ácido gálico por 100g de amostra.

Determinação dos compostos fenólicos utilizando o reagente Fast Blue BB

Foram utilizados 4mL da solução padrão e de amostras. Estes foram colocados em tubos contendo 0,4 mL de Fast Blue BB 0,01% (p:v), agitados durante 1 min em vortex, sendo adicionado em seguida 0,4 mL de NaOH a 5% (p:v) e deixado em repouso em temperatura ambiente por 1 h. Em seguida mediu-se a absorbância a 420 nm em espectrofotômetro. O ácido gálico foi utilizado como padrão. A partir de uma curva de calibração realizou-se o cálculo do teor de fenólicos expressos em miligramas de ácido gálico para cada 100g de amostra.

Perfil de fenólicos

Os extratos foram preparados seguindo-se a metodologia descrita por Ramaiya *et al.* (2013). Para a extração foram utilizados 2,5 g de amostra, homogeneizada em 20 mL de metanol grau HPLC 70% (v/v), durante 1 h em banho ultrassônico, à temperatura ambiente. O extrato obtido foi centrifugado a 1500 rpm durante 15 min à 4°C e filtrado em papel de filtro com porosidade 14 µm. Para a injeção das amostras, os extratos foram novamente filtrados utilizando-se filtros de membrana porosa com 0,45 µm. Para identificação e quantificação dos compostos fenólicos foi utilizado cromatógrafo líquido de alta eficiência com detecção de diodo (HPLC-DAD/UV-Vis), coluna C18, 5µm (250 mm x 4,6 mm), mantida a 35°C, fase móvel solução de metanol:água:ácido acético (70:28:2 %v/v) e razão de fluxo 1 mL.min⁻¹. As concentrações dos compostos foram determinadas por curvas de calibração específicas para cada um tendo sido avaliados: ácido gálico, catequina, ácido clorogênico, ácido cafeico e vanilina.

Resultados e discussão

Em geral vários fatores podem interferir na capacidade antioxidante, logo, para que se obtenham resultados confiáveis, mais de um teste deve ser realizado para levar em consideração vários mecanismos de ação antioxidante (SCHINELLA *et al.*, 2010). Sendo assim, foram utilizadas metodologias diferenciadas para inferir com maior segurança qual o mecanismo antioxidante do resíduo.

A capacidade antioxidante da casca da amêndoa de cacau em pó foi avaliada por sua habilidade de sequestrar radicais livres e também avaliando a presença de constituintes que estão

associados a características antioxidantes de compostos naturais (Tabela 1). Os resultados mostraram valores positivos quanto à capacidade de sequestrar o radical 2,2-difenil-1-picrilidrazilo e também quanto à proteção a oxidação do β -caroteno; indicando assim que existem compostos presentes na casca capazes de sequestrar radicais livres promotores das reações de oxidação. Observou-se também presença de compostos fenólicos sendo estes representados pelas antocianinas, taninos, ácido gálico, ácido clorogênico e ácido cafeico.

Tabela 1 – Perfil antioxidante e de compostos fenólicos da casca da amêndoa de cacau em pó

Perfil antioxidante		
Parâmetros	Resultados	
DPPH (g amostra/g DPPH)	47,9 \pm 0,00	
β -caroteno/ácido linoleico (% proteção)	93,6 \pm 3,81	
Fenólicos totais – Folin-Ciocalteu (mgác. Gálico.100g ⁻¹)	95,0 \pm 2,74	
Fenólicos totais – Fast Blue (mgác. Gálico.100g ⁻¹)	173 \pm 5,01	
Antocianinas totais (g.100g ⁻¹)	4,70 \pm 0,26	
Taninos (mgác. Tânico.100g ⁻¹)	670 \pm 34,98	

Perfil de fenólicos		
Composto	Tempo de retenção (min)	Quantidade (mg ácido.100g ⁻¹)
Ácido gálico	6,78	2,02x10 ⁻⁶
Ácido clorogênico	12,2	1,58x10 ⁻⁶
Ácido cafeico	14,0	1,57x10 ⁻⁴

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: DPPH= 2,2-difenil-1-picrilidrazilo.

Lecumberri *et al.* (2007) observaram a presença de compostos fenólicos neste resíduo (polifenóis solúveis e taninos), e associaram este fato a capacidade antioxidante exibida pela casca da amêndoa de cacau. Estudos realizados por Martínez *et al.* (2012) observaram a capacidade antioxidante positiva na casca da amêndoa de cacau e associaram a presença de compostos fenólicos tais como polifenóis solúveis, antocianinas, taninos e procianidinas. Okiyama *et al.* (2017) reporta que os compostos fenólicos que estão presentes no cacau e em seus derivados podem migrar para a casca da amêndoa de cacau, gerando um produto rico em biocompostos. Desta forma a capacidade

antioxidante demonstrada neste estudo, pode também, estar relacionada a presença dos compostos fenólicos encontrados nos testes realizados.

A atividade antioxidante do extrato da casca da amêndoa de cacau, estudada por Aladedunye (2014), sugere sua aplicação em óleos utilizados para fritura para substituir antioxidantes sintéticos, tais como hidroxitolueno butilado (BHT), hidroxianisole butilado (BHA) e tercbutilhidroquinona (TBHQ), frequentemente adicionados aos óleos processados para retardar a degradação oxidativa durante o armazenamento e a fritura. Além disso, os compostos fenólicos apresentam efeito benéfico à saúde, devido a suas propriedades antioxidantes que podem proteger os componentes celulares de danos oxidativos e, portanto, podem reduzir o risco de doenças degenerativas associadas ao estresse oxidativo. Alguns desses compostos apresentam efeitos fisiológicos no corpo, como estimulação do sistema nervoso central, músculo cardíaco e músculo esquelético, relaxamento do músculo liso e efeitos diuréticos (OKIYAMA *et al.*, 2017). Desta forma a casca da amêndoa de cacau pode ser aplicada na indústria de alimentos como um ingrediente para o desenvolvimento de produtos funcionais por apresentar capacidade antioxidante, devido a presença dos compostos fenólicos.

Conclusão

A casca da amêndoa de cacau em pó apresentou perfil antioxidante positivo para dois testes distintos e apresentou em sua composição a presença de compostos fenólicos que podem estar relacionados à sua capacidade antioxidante. Este estudo mostra a possibilidade de utilizar a casca da amêndoa de cacau como fonte de antioxidantes naturais a ser utilizada na indústria de alimentos.

Referências

- ALADEDUNYE, F. A. Natural antioxidants as stabilizers of frying oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 116, n. 6, p.688-706, 2014.
- BARCIA, M. *et al.* Bioactive compounds, antioxidant activity and percent composition of jambolão fruits (*Syzygiumcumini*). **The Natural Products Journal**, p. 2, 129-138, 2012.
- BYUN, Y.; KIM, Y.; WHITESIDE, S. Characterization of an antioxidant polylactic acid (PLA) film prepared with a-tocopherol, BHT and polyethylene glycol using film cast extruder. **Journal of Food Engineering**, p. 100, 239-244, 2010.
- DESHPANDE, S.; CHERYAN, M.; SALUNKE, D. Tannin analysis of food products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p.24, 401-449, 1986.
- LECUMBERRI, E. *et al.* Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (*Theobroma cacao* L.). **Food Chemistry**, p. 104, 948–954, 2007.

LEES, D.; FRANCIS, F. J. Standardization of Pigment Analyses in Cranberries. **HortScience**, p. 7, 83-84, 1972.

LOPES-LUTZ, D. *et al.* Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of Artemisia essential oils. **Phytochemistry**, p.69, 1732-1738, 2008.

MARTÍNEZ, R. *et al.* Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 39–45, 2012.

OKIYAMA, D.*et al.* Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 63, p. 103-112, 2017.

RAMAIYA, S. *et al.* Sugars, ascorbic acid, total phenolic content and total antioxidant activity in passion fruit (*Passiflora*) cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, p.93, 1198-1205, 2013.

ROCHA NETO, A. *et al.* Avaliação econômica do confinamento de novilhas leiteiras alimentadas com farelo de cacau na dieta. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, p.11, 1068-1080, 2010.

SCHINELLA, G. *et al.* Antioxidant properties of polyphenol-rich cocoa products industrially processed. **Food Research International**, p. 43, 1614–1623, 2010.

Capítulo 2

Valorização dos compostos fenólicos de polpas imatura e madura de bacupari (*Garcinia brasiliensis*)

Anely Maciel de Melo*¹; Rafaela Cristina Turola Barbi¹; Monica Ikeda¹; Bruno Patrício Costa¹;
Laís Costa Luna², Rosemary Hoffmann Ribani¹

Resumo

Há uma busca por fontes naturais com alta capacidade antioxidante a fim de reduzir o consumo e introdução de antioxidantes sintéticos nos alimentos. O bacupari (*Garcinia brasiliensis*) é uma alternativa como fonte de antioxidantes naturais, pois sua casca, semente, galhos e folhas apontam-no como uma importante fonte de compostos bioativos. Objetivou-se estudar o efeito dos graus de maturação (imatura e madura), em relação ao conteúdo fenólico das polpas do bacupari. A coloração dos frutos apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as farinhas das polpas de bacupari imatura (PBIM) e madura (PBMA) nos parâmetros L^* , a^* e b^* , tendendo à coloração mais clara nos frutos maduros. A polpa imatura (PBIM) mostrou maior capacidade antioxidante nos três ensaios submetidos (DPPH, ABTS, FRAP) do que a polpa madura (PBMA), comportamento condizente com os valores quantificados para o CFT. Desta forma, os graus de maturação apresentam efeito em relação aos compostos fenólicos. Porém, ambos os estádios de maturação mostraram ricos em compostos fenólicos e atividade antioxidante, apresentando assim potencial de aplicação na indústria alimentícia como fonte alternativa de compostos bioativos.

Palavras-chave: antioxidante; compostos bioativos; fontes naturais; fruto; grau de maturação.

Introdução

A ingestão de antioxidantes por meio da dieta tornou-se uma importante estratégia como meio de inibir ou retardar a oxidação de substratos celulares suscetíveis, pois estes antioxidantes são conhecidos como um meio de prevenção ao dano oxidativo por espécies reativas de oxigênio e

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Paraná.

²Bacharelada em Agroindústria, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal da Paraíba.

*Autor para correspondência: anely-maciel@live.com

nitrogênio. Desta forma, previnem o desenvolvimento de doenças, atuando como sequestradores de radicais livres e inibidores ou retardantes da peroxidação lipídica e outros processos mediados por esses radicais, tornando-se importantes como agentes de manutenção do corpo por meio da prevenção de doenças.

As pesquisas buscam fontes naturais com alta capacidade antioxidante a fim de reduzir o consumo e introdução de antioxidantes sintéticos nos alimentos. Uma alternativa de antioxidantes naturais é o bacupari, pois estudos referentes a este fruto são encontrados apontando o fruto como uma importante fonte de compostos bioativos e fenólicos. O bacupari (*Garcinia brasiliensis*) é uma planta nativa da Floresta Amazônica do Brasil e cresce em todo o país, podendo também ser reconhecida em outras regiões como bacuri, porocó e bacuripari (ARWA *et al.*, 2015).

O extrato da casca deste fruto é a parte mais difundida, através de estudos científicos, como fonte natural de antioxidantes. Segundo Figueiredo *et al.* (2014), estes compostos fenólicos presentes na casca do bacupari demonstram capacidade de absorver radiação UV, pois os compostos polifenólicos presentes possuem propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias que podem ser usadas como agentes foto-hemopreventivos em produtos foto protetores, reduzindo os danos da pele. Além de relatos em relação à casca, outras partes da planta como folhas, galhos (ARWA *et al.*, 2015) e sementes (NALDONI *et al.*, 2009) já são objetos de estudos para a investigação de compostos bioativos para fins de utilização na área fitoquímica, farmacêutica e medicinal.

Apesar da espécie *G. brasiliensis* estar amplamente presente nestas áreas de estudo, não há diversidade de relatos na literatura sobre a relação científica da polpa deste fruto e suas atividades, sendo importante avaliar também o potencial desta parte do material. Sendo assim, objetivou-se estudar o efeito dos graus de maturação (imatura e madura), em relação ao conteúdo fenólico das polpas do bacupari (*Garcinia brasiliensis*), a fim de valorizar o fruto para possíveis aplicações industriais.

Material e métodos

Obtenção da matéria-prima

As amostras de Bacupari foram obtidas na cidade de Murutinga do Sul – SP. O fruto foi coletado em dois estádios de maturação imatura (PBIM) e madura (PBMA), sendo considerado maduro o fruto amarelo tendendo ao laranja, e os frutos imaturos os de coloração verde. Após coleta,

os frutos foram armazenados sob refrigeração e encaminhados à Universidade Federal do Paraná, para o Centro Politécnico – Setor de Tecnologia.

Análise de cor

Os frutos foram separados em estágio imaturo e maduro usando um colorímetro espectrofotométrico MiniScan XE plus (HunterLab, Alemanha), expressando em valores do sistema de cor CIEL*a*b*, onde L* = luminosidade, a* = coordenada vermelho/verde (+a indica vermelho e -a indica verde), e b* = coordenada amarelo/azul (+b indica amarelo e -b indica azul).

Preparo das amostras

As polpas imatura (PBIM) e madura (PBMA) do bacupari foram analisadas através das farinhas deste material, conforme representação mostrada na Figura 1.



Figura 1 – representação das farinhas das polpas de bacupari
Fonte: Dos autores, 2019.

Após coleta, os frutos foram submetidos a um despulpamento manual seguido de secagem em estufa sob circulação de ar (40°C – 48 h). Para a elaboração das farinhas, as polpas secas foram moídas em moinho de bancada (Requiper Model MR 320), peneiradas em malha de *mesh* 150, acondicionadas em embalagens de polietileno de alta densidade (PEAD) e armazenadas sob refrigeração até realização das análises.

Extração dos compostos fenólicos

A extração dos compostos fenólicos das polpas de bacupari imatura (PBIM) e madura (PBMA), previamente secas, foi realizada segundo metodologia descrita por Turola Barbi *et al.*, (2018). Resumidamente, foram pesados 2 gramas de cada amostra, dissolvidos em 20 mL de metanol 80% e permaneceram sob agitação constante por 1 hora. As soluções metanólicas foram centrifugadas à 5000 rpm por 15 minutos e os sobrenadantes foram recolhidos e armazenados sob refrigeração até as posteriores análises (compostos fenólicos totais (CFT), ensaios antioxidantes DPPH, FRAP e ABTS).

Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante

Os CFT foram determinados seguindo o método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965), com adaptações feitas por Turola Barbi *et al.*, (2018). Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente (AGE)/ g de polpa. Os ensaios antioxidantes DPPH, FRAP e ABTS foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Turola Barbi *et al.*, (2018) e os resultados apresentados em μmol Trolox equivalentes (TE)/ g.

Análise estatística

Os dados experimentais foram analisados quanto à variância (ANOVA). O teste de Tukey foi usado para comparar a significância das amostras com nível de confiança de 95% ($p < 0.05$) utilizando o *software* STATISTICA 10.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, EUA).

Resultados e discussão

Análise de cor

Os resultados referentes à cor das farinhas de bacupari analisadas encontram-se na Tabela 1.

Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre a coloração das farinhas das polpas de bacupari imatura (PBIM) e madura (PBMA) nos parâmetros L^* , a^* e b^* . A luminosidade (L^*) mostrou variação entre 60,54 (PBIM) e 54,58 (PBMA), sendo valores mais próximos a cem, devido à coloração clara da polpa. A coordenada de cromaticidade a^* das farinhas apresentou variação entre

13,88 (PBIM) e 16,54 (PBMA). Este parâmetro de cor pode sofrer variação entre -120 (tendendo ao verde) e +120 (tendendo ao vermelho), mostrando maior presença do vermelho nas farinhas em análise. Já a coordenada de cromaticidade b^* , que varia de (-120) azul até (+120) amarelo, mostrou que as polpas farinhas tendem ao amarelo com valores de 30,77 e 33,13 para as amostras polpas imatura e madura, respectivamente. Motta; Queiroz; Figueiredo (2015) explicam que durante o amadurecimento, ocorre um conseqüente aumento do índice de cor e do teor de sólidos solúveis totais, e este processo se dá inicialmente de forma lenta até quando o fruto se torna parcialmente amarelo, havendo então um aumento acentuado no teor de sólidos solúveis até o início da senescência e conseqüente mudança da coloração da polpa.

Tabela 1 – Análise de cor das farinhas das polpas imatura e madura de bacupari

Amostras	PBIM	PBMA
L*	60,54 ^a ± 0,01	54,58 ^b ± 0,14
a*	13,88 ^b ± 0,01	16,54 ^a ± 0,04
b*	30,77 ^b ± 0,02	33,13 ^a ± 0,05

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: PBIM: polpas de bacupari imaturo; PBMA: polpas de bacupari maduro.

Nota: Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante

Os resultados dos compostos fenólicos totais (CFT) e dos ensaios antioxidantes das polpas de bacupari avaliados no estágio de maturação imatura e madura são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante das polpas imatura e madura de bacupari

Amostras	PBIM	PBMA
CFT (mg GAE/g)	8,66 ^a ± 0,04	8,26 ^b ± 0,06
DPPH ($\mu\text{mol TE/g}$)	9,23 ^a ± 0,08	8,06 ^a ± 1,05
ABTS ($\mu\text{mol TE/g}$)	24,46 ^a ± 0,02	23,87 ^b ± 0,02
FRAP ($\mu\text{mol TE/g}$)	6,90 ^a ± 0,08	5,83 ^b ± 0,18

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: PBIM: polpas de bacupari imaturo; PBMA: polpas de bacupari maduro.

Nota: Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Diferença significativa ($p < 0,05$) entre as polpas de bacupari imatura (PBIM) e madura (PBMA) foi observada. O conteúdo de compostos fenólicos nas amostras foi influenciado pelo processo de maturação, a polpa imatura mostrou valor maior de CFT que a polpa madura. De acordo com Damoran; Parkin; Fennema (2010), a síntese de compostos fenólicos tende a ser maior em frutos imaturos, uma vez utilizados como metabólitos secundários para os mecanismos de defesa da planta, protegendo os frutos jovens e permitindo a sua maturação e reprodução.

As polpas do Bacupari independente do estágio de maturação mostraram valores mais elevados de CFT que as polpas de achachairu (*Garcinia humilis*) e mangostão-amarelo (*Garcinia xanthochymus*) (VIRGOLIN; SEIXAS; JANZANTTI, 2017), sendo estes pertencentes à mesma família *Clusiaceae* e gênero (*Garcinia*).

A polpa imatura (PBIM) mostrou maior capacidade antioxidante nos três ensaios submetidos (DPPH, ABTS, FRAP) do que a polpa madura (PBMA), comportamento condizente com os valores quantificados para o CFT. Turola Barbi *et al.*, (2018), recomendam usar mais de um ensaio, a fim de obter informações mais completas sobre a capacidade antioxidante dos alimentos.

De modo geral, as polpas de bacupari tanto no estágio de maturação imaturo e maduro mostraram-se ricos em compostos fenólicos e atividade antioxidante, sendo assim, apresentam potencial de aplicação na indústria alimentícia como fonte alternativa de compostos bioativos.

Conclusão

Diante das análises realizadas, foi possível observar que os graus de maturação influenciam no conteúdo de fenólicos das polpas do bacupari. Embora ambos os estágios de maturação apresentem considerável atividade antioxidante, as polpas correspondentes aos frutos imaturos demonstraram maior capacidade nos ensaios realizados. Em relação à colorimetria, os parâmetros referentes às cores branco, vermelho e amarelo foram acentuados conforme relatado em literatura, que impõe aumento gradativo do índice de cor durante amadurecimento, ilustrando assim os estágios de maturação por meio das tonalidades observadas. De um modo geral, pode-se considerar que a polpa de bacupari apresenta potencial significativo como fonte de compostos bioativos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo seu apoio financeiro à pesquisa e a Universidade Federal do Paraná pelo suporte oferecido.

Referências

- ARWA, P. S.; ZERAIK, M. L.; XIMENES, V. F.; FONSECA, L. M.; BOLZANI, V. S.; SILVA, D. H. S. Redox-active biflavonoids from *Garcinia brasiliensis* as inhibitors of neutrophil oxidative burst and human erythrocyte membrane damage. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 174, p. 410–418, 2015.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- FIGUEIREDO, S. A.; VILELA, F. M. P.; SILVA, C. A.; CUNHA, T. M.; SANTOS, M. H.; FONSCECA, M. J. V. In vitro and in vivo photoprotective/photochemopreventive potential of *Garcinia brasiliensis* epicarp extract. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 131, p. 65–73, 2014.
- MOTTA, J. D.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SOUSA, K. S. M. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**. v. 6, n. 1, p. 74–82, 2015.
- NALDONI, F. J.; CLAUDINO, A. L. R.; CRUZ, J. W.; CHAVASCO, J. K.; FARIA E SILVA, P. M.; VELOSO, M. P.; SANTOS, M. H. Antimicrobial Activity of Benzophenones and Extracts from the Fruits of *Garcinia brasiliensis*. **Journal of Medicinal Food**. 12, n. 2, p. 403–407, 2009.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144–158, 1965.
- TUTUROLA BARBI, R. C.; TEIXEIRA, G. L.; HORNUNG, P. S.; ÁVILA, S.; RIBANI, R.H. *Eriobotrya japonica* seed as a new source of starch: Assessment of phenolic compounds, antioxidant activity, thermal, rheological and morphological properties. **Food Hydrocolloids**, v. 77, p. 646–658, 2018.
- VIRGOLIN, L. B.; SEIXAS, F. R. F.; JANZANTTI, N. S. Composition, content of bioactive compounds, and antioxidant activity of fruit pulps from the Brazilian Amazon biome. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 52, n. 10, p. 933–941, 2017.

Capítulo 3

Avaliação físico-química da casca da amêndoa do cacau

Fabíola Nogueira Soares Souza¹; Luíza Carla Lavinsky Pereira¹; Aléssia Carvalho Silva²; Joao de Deus Souza Carneiro³; Cristiane Patrícia de Oliveira*⁴

Resumo

A casca da amêndoa de cacau é um resíduo da indústria cacaujeira gerado após a torra da amêndoa. Seu uso como ingrediente na indústria de alimentos mostra-se como uma alternativa que vem sendo estudada. Este trabalho teve como objetivo avaliar a composição química da casca da amêndoa do cacau. O resíduo foi avaliado quanto à umidade, cinzas, acidez total, proteínas, lipídeos, açúcar solúvel total, composição mineral e perfil de ácidos graxos. Os resultados mostraram alto teor de carboidratos, presença dos minerais Mg, P, Cu, Fe, Mn, Zn e Ca e principalmente ácidos graxos saturados de cadeia longa. A casca da amêndoa de cacau em pó mostra-se como uma alternativa de substituto de ingredientes a ser utilizado de forma promissora na indústria de alimentos.

Palavras-chave: Carboidratos não solúveis. Resíduo agroindustrial. *Theobroma cacao* L.

Introdução

As indústrias processadoras de frutos geram resíduos (casca, sementes e bagaços) que constituem cerca de 65% a 70% da massa total dos frutos, com algumas variações, conforme a espécie do fruto (SOUSA *et al.*, 2011). Nos últimos anos, vários pesquisadores estudaram o aproveitamento de resíduos, como as cascas e sementes de frutos, gerados pelas agroindústrias para a produção de alimentos ou ingredientes como, por exemplo, farinhas (AJILA *et al.*, 2010); evitando o descarte inapropriado e desperdício dessas partes usualmente não consumíveis.

¹ Mestranda em Ciência e Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia.

² Discente, do Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Tecnologia Rural e Animal/ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia.

³ Professor Doutor, Departamento de Ciência dos Alimentos/Universidade Federal de Lavras.

⁴ Professora Doutora, Departamento de Tecnologia Rural e Animal/ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia.

*Autor para correspondência: e-mail: cristianepatricia@hotmail.com

Na cadeia produtiva do cacau é gerada uma grande quantidade de resíduo vegetal, que é subaproveitado. Novas tecnologias tais como a utilização dos resíduos do cacau para produção de biofertilizantes, biogás, briquetes e enzimas microbianas para acelerar a produção de biocombustível têm sido estimulados para o emprego e a redução destes resíduos e assim, aproveitar integralmente o fruto do cacau (*Theobroma cacao* L.) (GONZALES *et al.*, 2013). Ainda assim, os resíduos da agroindústria cacauífera são destinados para fins não alimentícios (DINIZ; DRUZIAN; AUDIBERT, 2012) e o desenvolvimento de produtos destinados a alimentação humana a base destes subprodutos, e que não contenham fatores que impeçam o seu consumo, são também uma alternativa para agregar valor a essa cadeia produtiva.

A casca (tegumento) do cacau é o resíduo gerado após a torra da amêndoa do cacau e geralmente é subutilizado ou considerado como detrito da indústria cacauífera. Na área de alimentos estudos apontam o uso da casca da amêndoa de cacau como ingrediente intermediário para alimentos funcionais (MARTÍNEZ *et al.*, 2012). Desta forma neste estudo objetivou-se fazer uma avaliação das características da casca da amêndoa do cacau para avaliar a possibilidade de aplicação da mesma, no desenvolvimento produtos alimentícios.

Material e métodos

Os resíduos da indústria de cacau utilizados para avaliação, casca da amêndoa de cacau, foram obtidos por doações de produtores de chocolate de uma empresa cacauífera da região de Ilhéus-BA. A casca após ser retirada da amêndoa foi coletada, guardada em sacos plásticos e armazenada a temperatura ambiente até o momento da utilização. O tipo do cacau bem como o período da produção não foi considerado para coleta das cascas. Foram utilizadas cascas de três produções distintas de chocolate configurando assim três repetições.

Para obtenção da casca da amêndoa de cacau em pó, a casca foi triturada em moinho de bola com câmara fechada, modelo MA350 - Marconi e posteriormente peneirado e armazenado em embalagens a vácuo, em temperatura ambiente, até o momento do uso.

Caracterização da casca das amêndoas do cacau

Para caracterização do farelo da amêndoa de cacau foram realizadas análises de umidade, cinzas totais, pH e acidez, lipídeos totais e proteínas totais, todas conforme as Normas Analíticas da AOAC (2010), em triplicata para três diferentes repetições de farelos da amêndoa de cacau.

Determinação de açúcar solúvel total

Os teores de açúcares solúveis totais foram determinados pela reação com o reagente de antrona (HODGE; HODFREITER, 1962). Utilizou-se 1 g da amostra, na qual foi adicionado 80 mL de álcool 95% em seguida foi levado a ebulição por 1 h em banho maria. Foi deixado em repouso por 16 h e depois foi filtrado em papel de filtro. O filtrado foi colocado em um erlenmeyer de 250 mL, lavado com 25 mL de álcool 95% e levado a chapa aquecedora, para que ocorresse a evaporação do líquido. Posteriormente, o extrato foi colocado em uma proveta de 100 mL e completou-se o volume. Para determinação dos teores de açúcares solúveis totais, 1 mL do extrato diluído foi adicionado a 2 mL de antrona, e levados em banho maria fervente, por 8 min. Em seguida as amostras foram resfriadas em banho de gelo e a leitura foi feita a 620nm. As análises foram realizadas em triplicata para três diferentes repetições de casca da amêndoa de cacau em pó.

Composição mineral

A composição mineral das amostras da casca da amêndoa de cacau em pó foi realizada em triplicata, de acordo com a metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Foram preparados extratos de digestão nitroperclórica, através dos quais se determinou os teores médios de P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Zn e Fe. Em extrato de digestão nitroperclórica o K foi analisado por fotometria de chama, o P por colorimetria pelo método molibdovanadato, o S por turbidimetria e o Ca, Mg, B, Cu, Zn, Mn e Fe, por espectrometria de absorção atômica.

Perfil de ácidos graxos

Os ácidos graxos da casca da amêndoa de cacau em pó foram extraídos pelo método Soxhlet (IAL, 2008). Posteriormente, foram preparados os ésteres metílicos de ácidos graxos de acordo com a metodologia proposta por o Instituto Adolfo Lutz (2008). Os ésteres de ácidos graxos foram analisados com um cromatógrafo a gás Thermo Finnigan, modelo Trace-GC-Ultra, equipado com detector de ionização de chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida BPX-70 (120 mm, 0,25 mm d.i). As vazões dos gases (White Martins) foram de 6,5 mL.min⁻¹ para o gás de arraste (H₂); 30 mL.min⁻¹ para o gás auxiliar (N₂); 30 mL.min⁻¹ para o H₂ e 250 mL.min⁻¹ para o ar sintético da chama. A razão da divisão da amostra foi de 90:10. Os parâmetros de funcionamento foram estabelecidos após verificação da condição de melhor resolução. As temperaturas do injetor e detector foram 250°C

e 280°C, respectivamente. A temperatura da coluna foi programada a 140°C por 10 min, seguido por uma primeira rampa de 15°C/min até atingir 200°C, permanecendo por 1 min. A segunda rampa foi de 10°C/min até atingir 230°C, permanecendo 1 min nesta temperatura. A terceira rampa de 0,4°C/min até atingir 233°C por 3 min. A última rampa foi de 0,5°C/min até atingir 238°C por 2 min. O tempo total de análise foi de 41,50 min. As injeções foram realizadas em triplicata e os volumes das injeções foram de 1,2 µL. As áreas dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinadas através do software ChromQuest 4.1. A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos e a quantificação feita por curvas padrões.

Resultados e discussão

Avaliação da casca da amêndoa de cacau em pó

A composição da casca da amêndoa de cacau em pó está apresentada na Tabela 1. Os resultados chamam atenção principalmente quanto ao alto teor de carboidratos, sendo estes principalmente os não solúveis, aproximadamente 61,3% e por apresentar na sua constituição minerais que devem ser consumidos diariamente pelos indivíduos Mg, P, Cu, Fe, Mn, Zn e Ca. O perfil de ácidos graxos (Tabela 2) mostra a presença de ácidos graxos saturados de cadeia longa e também a presença dos ácidos insaturados oléico e linoléico.

Outros estudos mostram a composição da casca da amêndoa de cacau, estando alguns valores em acordo aqui apresentados. Medeiros e Lannes (2009) avaliaram cacau em pó e alguns dos seus substitutos dentre eles o composto de cacau tendo encontrado valores de umidade ($8,10 \pm 0,06$ %), lipídeos ($7,44 \pm 0,05$ %), proteínas ($13,30 \pm 0,28$ %), carboidratos (64,05 %) e cinzas ($7,11 \pm 0,05$ %). Martínez *et al.* (2012) encontraram umidade de 77 ± 1 g/kg, proteína 150 ± 2 g/kg, lipídeos $20,2 \pm 0,3$, carboidratos $178,0 \pm 0,9$ g/kg e cinza 73 ± 1 g/kg. A composição da casca da amêndoa de cacau é muito variável como a do grão do cacau e depende, além de outros fatores, da sua origem e do processamento na qual ele foi submetido (OKIYAMA; NAVARRO; RODRIGUES, 2017).

Segundo a Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005), as valores recomendados para adultos (IDR) dos minerais Mg, P, Cu, Fe, Mn e Zn são em mg 260, 700, 900, 14, 2, 3, 7 respectivamente. A casca da amêndoa de cacau apresentou alguns desses minerais em quantidades acima ou muito aproximadas as estas, o que possibilita sua utilização como uma fonte de suplementação para estes compostos em alguns alimentos.

Tabela 1 - Composição química da casca da amêndoa de cacau em pó

Componentes	Resultado
Acidez total (g.100g ⁻¹)	11,4 ± 0,02
Umidade (g.100g ⁻¹)	7,63 ± 0,11
Lipídios Totais (g.100g ⁻¹)	8,42 ± 0,78
Proteína Totais (g.100g ⁻¹)	16,5 ± 0,18
Carboidratos (g.100g ⁻¹)	61,8 ± 0,27
Açúcar solúvel total (g.100g ⁻¹)	0,50 ± 0,02
Cinzas (g.100g ⁻¹)	5,69 ± 0,02
P (% p/p)	0,55 ± 0,05
K (% p/p)	1,96 ± 0,19
Ca (% p/p)	0,09 ± 0,02
Mg (% p/p)	0,65 ± 0,07
S (% p/p)	0,19 ± 0,02
B (ppm)	32,0 ± 1,66
Cu (ppm)	29,2 ± 2,83
Mn (ppm)	36,2 ± 4,16
Zn (ppm)	66,5 ± 7,03
Fe (ppm)	132 ± 15,76

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: P= fósforo; K= potássio; Ca= cálcio; Mg= magnésio; S= enxofre; B= boro; Cu= cobre; Mn= manganês; Zn= zinco; Fe= ferro.

Em relação à composição dos ácidos graxos da casca da amêndoa de cacau, pode-se observar a presença de ácidos graxos saturados e insaturados de cadeia longa e predominância dos ácidos esteárico, oleico e palmítico. Segundo Okiyama, Navarro e Rodrigues (2017), a temperatura na qual o grão do cacau é submetido durante o processo de torra pode influenciar no perfil dos ácidos graxos da casca da amêndoa de cacau, uma vez que pode causar a hidrólise dos triacilgliceróis. Estes autores apontam também que a casca da amêndoa de cacau pode ser aplicada na indústria de alimentos como um ingrediente de grande versatilidade, que inclusive pode ser considerado um ingrediente funcional de grande valor por poder adicionar sabor e características bioativas ao alimento ao qual for adicionado.

Tabela 2 - Perfil de ácidos graxos da casca da amêndoa de cacau em pó

Ácido Graxo	Tempo de retenção	% Área
Ácido mirístico (C 14:0)	17,1	0,11
Ácido palmítico (C16:0)	20,6	28,0
Ácido palmitoleico (16:1)	21,8	0,22
Ácido heptadecanóico (C 17:0)	22,2	0,21
Ácido esteárico (C 18:0)	24,0	34,7
Ácido oleico (C 18:1)	25,0	32,1
Ácido linoleico (C 18:2)	26,4	3,21
Ácido araquídico (C 20:0)	27,4	1,03
Ácido beénico (C 22:0)	29,8	0,28
Ácido lignocérico (C 24:0)	32,6	0,15

Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusões

A composição da casca da amêndoa de cacau em pó apresentou alto teor de carboidratos não solúveis, a presença de minerais importantes para o consumo diário dos indivíduos Mg, P, Cu, Fe, Mn, Zn e Ca e ácidos graxos saturados de cadeia longa.

A casca da amêndoa de cacau em pó apresentou características químicas adequadas para ser utilizada como ingrediente em formulações alimentícias e chama atenção o seu alto teor de carboidratos não solúveis que pode interferir em propriedades funcionais para alguns produtos.

Referências

- AJILA, C. *et al.* **Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations.** Innovative Food Science and Emerging Technologies, 11, 219–224, 2010.
- AOAC. **Association of official Analytical Chemists.** Official methods of analysis. (20th Ed.) Arlington: AOAC, 2010.
- BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. (2005b). **Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais** (Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- DINIZ, D.; DRUZIAN, J.; AUDIBERT, S. Produção de goma xantana por cepas nativas de *Xanthomonas campestris* a partir de casca de cacau ou soro de leite. *Polímeros*, 22, 278-281, 2012.
- GONZALES, A. *et al.* **Desenvolvimento sustentável para o resgate da cultura do cacau baseado no aproveitamento de resíduos.** Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente, 1, 41-52, 2013.

HODGE, J. E.; HODFREITER, B. R. Determination of reducing sugars and carbohydrate. In: WILSTER, R.C; WOLFRON, M.I. (Eds.). *Methods in carbohydrate chemistry*, Academic Press, 1, 380-398, 1962.

IAL. Instituto Adolfo Lutz.(2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. (4.ed.) São Paulo: IAL.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. (2. ed.) Piracicaba: POTAFOS, p.319, 1997.

MARTÍNEZ, R. *et al.* **Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-roduts**. *Food Research International*, 49, 39–45, 2012.

MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. *Avaliação química de substitutos de cacau e estudo sensorial de achocolatados formulados*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29, 247-253, 2009.

OKIYAMA, D.; NAVARRO, S.; RODRIGUES, C. *Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry*. *Trends in Food Science & Technology*, 3, 103-112, 2017.

SOUSA, M. *et al.* **Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais**. *Ciência e Agrotecnologia*, 2011. p.35, 554-559.

Capítulo 4

Avaliação proximal de casca e farinha de Pitaya Amarela e Vermelha

Daphynni Carolinne Moreira Morais*¹; Katiúcia Alves Amorim²; Vânia Maria Alves¹; Ulisses Rodrigues Alencar¹; Eduardo Ramirez Asquieri³, Clarissa Damiani³

Resumo

O consumo de frutas tem crescido, mundialmente, devido à procura por produtos mais saudáveis e, com isso, o aumento de resíduos agroindustriais como cascas tem se tornado problema ambiental. O objetivo deste estudo foi avaliar, quimicamente, as cascas da Pitaya amarela e vermelha *in natura* e suas respectivas farinhas, como forma de utilização em produtos alimentícios, minimizando o impacto desses resíduos e proporcionando impacto econômico. Foram realizadas análises de umidade, proteínas, lipídios, carboidratos e valor calórico. Foram observados valores de umidade para cascas da Pitaya amarela e vermelha *in natura* e farinhas de 91,18% e 9,62%, 88,56% e 5,25% respectivamente. As farinhas apresentaram maiores teores de cinzas, proteínas e carboidratos totais, enquanto que as cascas *in natura* apresentaram baixas concentrações de proteínas e lipídios. Quanto ao valor calórico da casca *in natura* e das farinhas observou-se valores de 31,36 e 299,07 Kcal/100g para amarela e 39,01 e 334,13 Kcal/100g para casca vermelha respectivamente. Ao comparar as duas Pitayas, avaliando a composição proximal, a casca da amarela possui maiores concentrações de cinzas e proteínas, e menor quantidade de carboidratos. Conclui-se que as farinhas de cascas de Pitayas, por conter menor umidade, tornam-se mais favoráveis à aplicação no desenvolvimento de novos produtos.

Palavras-chave: Composição proximal. Coprodutos. *Selenicereus Megalanthus*. *Hylocereus Costaricensis*

¹Programa de Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal do Tocantins

² Programa de Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal do Goiás

³ Docente do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Goiás

Introdução

A Pitaya é uma fruta selvagem, pertencente à família Cactácea, sendo conhecida mundialmente como *Dragon Fruit* ou Fruta-do-Dragão (WU *et al.*, 2006). Sua polpa é rica em fibras com interessante atributo digestivo e de baixo teor calórico. Suas características físicas e químicas são bastante diversificadas, podendo variar de acordo com a espécie (LIMA *et al.*, 2013).

A Pitaya é uma fruta que possui tamanho médio e, dependendo de sua variedade, apresenta-se com a casca de coloração carmim ou amarela, e sua polpa podendo ser branca ou púrpura. É conhecida como fruto do dragão, devido sua casca ser coberta por escamas. Possui pequenas sementes pretas e é suavemente doce. Essa espécie apresenta características desejáveis, as quais permitem classificá-la como uma das frutas tropicais ainda pouco conhecidas, mas com elevado potencial para os mercados interno e externo (LIMA *et al.*, 2013). Estudos mostram esse fruto como fontes de vitamina B1, B2, B3, E, betacaroteno, licopeno, polifênóis e ácido ascórbico (ABREU *et al.*, 2012).

A casca de Pitaya representa aproximadamente 33% do seu peso total, o que gera grande problema de descarte, uma vez que se utiliza apenas sua polpa. Os descartes desses resíduos podem ocasionar impactos ambientais severos, devido à presença de alto valor orgânico (AMID; MANAP, 2014; JAMILAH *et al.*, 2011).

Outros autores já relataram que a Pitaya possui alto teor de compostos fenólicos, antioxidantes e fibras dietéticas, sendo que seu consumo pode ajudar a prevenir doenças crônicas (WU *et al.*, 2006). Além do mais, sua casca contém quantidades abundantes de pectina, podendo ser utilizada como agente espessante em alimentos, como fonte de fibras (JAMILAH *et al.*, 2011).

Pesquisas mostram que os coprodutos que são gerados, a partir dos resíduos agroindustriais como sementes e cascas, podem ser destinados como ingredientes para elaboração de novos produtos para alimentação humana, além da alimentação animal e fertilização orgânica (ZANCHET, 2017).

Atualmente, vem crescendo as pesquisas voltadas ao aproveitamento de resíduos agroindustriais, oriundos do processamento dos produtos de origem vegetal, por serem fontes de antioxidantes e fibras dietéticas, principalmente, na transformação dos mesmos em farinhas, podendo ser incorporados a diversos produtos alimentícios como ingredientes não calóricos na substituição de farinha tradicional, gordura e açúcar. Esses estudos são de alta relevância para determinar suas características nutricionais e antinutricionais que possam influenciar na segurança da utilização desses produtos (UTPOTT *et al.*, 2018).

Segundo Abreu *et al.* (2012), a tabela de composição química dos alimentos ainda não dispõe de dados relacionados a Pitaya amarela e vermelha, restringindo seu consumo na alimentação diária na dieta do brasileiro por falta de informação.

Por isso, o objetivo deste estudo foi avaliar a composição química das cascas da Pitaya amarela e vermelha (*Selenicereus Megalanthus* e *Hylocereus Costaricensis*) *in natura* e suas respectivas farinhas, como forma de uma possível utilização na alimentação humana e redução do lixo orgânico, gerado pelo processamento desses frutos.

Material e métodos

Para a condução do estudo, as frutas de Pitaya de casca amarela (*Selenicereus megalanthus*) e Pitaya de casca vermelha (*Hylocereus Costaricensis*) foram adquiridas maduras no Ceasa de Goiânia – GO. Os frutos foram selecionados quanto a ausência de defeitos, lavados em água corrente e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm por 15 minutos, visando a remoção de sujidades e impurezas.

Os frutos foram manualmente abertos, e a casca foi separada da polpa com o auxílio de faca e colher de inox. Após higienizadas, parte das cascas foram submetidas ao processo de secagem de 55°C, durante 72 horas em estufa de circulação forçada, até ficarem com umidade abaixo de 10%, e moídas em moinho de facas tipo willye STAR FT 50 para obtenção da farinha. As farinhas das cascas e as cascas *in natura* foram submetidas as análises químicas de composição proximal umidade, cinzas, proteínas e carboidratos totais (compreendendo fibras), conforme método AOAC (2012). O conteúdo de lipídios totais foi realizado conforme Bligh e Dyer (1959) e o valor energético total (VET) foi estimado, considerando-se os fatores de conversão de Atwater e Woods (1896), de 4 kcal g⁻¹ para proteínas e carboidratos, e 9 kcal g⁻¹ para lipídios. Os resultados foram expressos em kcal por 100 g de amostra.

Todas as análises foram realizadas em 12 repetições e os resultados foram expressos em média e desvio padrão. Foram submetidos à análise de variância, seguido de teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2010).

Resultados e discussão

A composição proximal e o valor energético total das cascas *in natura* da Pitaya amarela e da Pitaya vermelha, assim como suas respectivas farinhas, em base úmida estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição proximal e valor energético total de cascas *in natura* de Pitaya amarela, Pitaya vermelha e suas respectivas farinhas (base úmida)

	CA	FCA	CV	FCV
Umidade	91,18 ^a ±0,09	9,62 ^c ±0,47	88,56 ^b ±0,78	5,25 ^d ±0,36
Cinzas	1,25 ^b ±0,03	16,82 ^a ±0,25	2,03 ^b ±0,09	12,95 ^a ±0,68
Proteínas	0,65 ^c ±0,10	6,83 ^a ±0,29	0,56 ^c ±0,25	5,16 ^b ±0,25
Lipídeos	0,19 ^d ±0,09	1,61 ^a ±0,11	0,45 ^c ±0,08	1,47 ^b ±0,11
Carboidratos totais	6,71 ^c ±0,16	64,32 ^b ±2,53	8,02 ^c ±0,72	75,05 ^a ±0,97
VET	31,36 ^c ±0,77	299,07 ^b ±9,77	39,01 ^c ±2,60	334,13 ^a ±3,19

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: Valores expressos por meio de média ± desvio padrão, em g por 100g de amostra. CA= Casca Pitaya Amarela. FCA= Farinha Casca Amarela. CV = Casca Pitaya Vermelha. FCV = Farinha Casca Vermelha. VET= Valor energético total.

Em toda a composição, as cascas *in natura* diferiram significativamente das farinhas. O teor de umidade é de extrema importância, pois está diretamente ligado a estabilidade do alimento. Pode-se perceber que as cascas da Pitaya amarela e vermelha *in natura*, apresentaram alto teor de umidade, 91,18% e 88,56% respectivamente. Utpott *et al.* (2018) relataram umidade de 92,73 e 92,88% para casca da Pitaya vermelha e branca, o que está de acordo com os valores encontrados. A umidade encontrada nas farinhas de Pitaya de casca amarela (9,62%) e nas farinhas de Pitaya de casca vermelha (5,25%) estão de acordo com a legislação brasileira vigente que estabelece como requisito específico a umidade máxima de 15% (BRASIL,2005). Logo, a produção de farinha de casca de Pitaya torna-se vantajosa do ponto de vista de conservação do produto, além da praticidade de embalagem e armazenamento.

O conteúdo de cinzas em alimentos refere-se ao resíduo inorgânico, ou resíduo mineral fixo (sódio, potássio, magnésio, cálcio, ferro, fósforo, cobre, cloreto, alumínio, zinco, manganês e outros compostos minerais) remanescente do processo de incineração, entretanto, nem sempre este resíduo

representa toda a substância inorgânica presente na amostra, pois alguns sais podem reduzir ou volatilizar no aquecimento.

As cascas *in natura* e farinhas dos frutos possuíram teores de cinzas entre 1,25% a 16,82%. Valores a partir de 0,7% são indicativos de um conteúdo mineral favorável para a melhoria da saúde humana (MOHD ADZIM *et al.*, 2006). As farinhas diferiram significativamente em relação as cascas *in natura* comprovando mais uma vez, que as farinhas possuem vantagens nutricionais em relação as cascas de pitaya *in natura*.

Quanto ao conteúdo de proteínas e lipídeos, ambos são baixos, tanto para casca das amostras *in natura*, como para as farinhas, os quais estão de acordo com Abreu *et al.* (2012), que avaliaram a composição química da casca de Pitaya vermelha e branca e observaram o mesmo comportamento, no entanto os valores encontrados neste estudo foram maiores que os demonstrados por Utpott *et al.* (2018), para casca da Pitaya vermelha (0,46% de proteína e 0,12% de lipídios) e casca da Pitaya branca (0,32% de proteína e 0,05% de lipídios). As farinhas apresentaram valores superiores ao da casca *in natura*, devido ao falto da retirada de água do produto por meio do processo de desidratação, concentrando o produto.

Zanchet (2017) encontrou na farinha da casca de Pitaya vermelha os valores de umidade de $9,33 \pm 0,09$, cinzas de $13,32 \pm 0,04$, proteínas de $4,47 \pm 0,16$, lipídeos de $0,44 \pm 0,07$, carboidratos (carboidratos e fibras) de $72,58 \pm 3,00$ e de valor calórico de 312,16 kcal/100g. Valores esses semelhantes aos encontrados nesse trabalho.

Também foram calculados o valor calórico da casca *in natura* e da farinha da casca em 100 gramas de amostra, observando valores de 31,36 e 299,07 Kcal da casca amarela e 39,01 e 334,13 Kcal para casca vermelha respectivamente.

Entre as duas Pitayas, considerando a composição proximal, a casca da variedade amarela possui maior concentração de minerais e proteínas, porém menor quantidade de carboidratos. As cascas, na forma de farinha, por apresentarem maiores concentrações que as cascas *in natura* e, por serem mais facilmente manipulável, tornam-se mais vantajosas a sua aplicação como ingredientes no desenvolvimento de novos produtos, podendo ser adicionado a vários tipos de alimentos e bebidas, como chá e bebidas à base de leite, sorvetes e iogurte, bebidas à base de frutas, pães, barras saudáveis e molhos. Devido à sua cor vermelha purpúrea, também pode ser usado como corante natural em alimentos (BAKAR *et al.*, 2013).

Conclusão

As cascas de Pitayas, na forma de farinha, por conter menor umidade, torna-se mais favorável a aplicação no desenvolvimento de novos produtos, além de concentrar maiores teores de cinzas e proteínas. Entre as duas variedades, os resultados mostraram que a variedade vermelha é superior nos teores de carboidratos e valor calórico, enquanto a amarela se sobressai nos teores de proteínas e cinzas.

Referências

- ABREU, W. C. *et al.* Physicochemical characteristics and total antioxidant activity of red and white pitaya. **Revista do Instituto Adolfo Lutz** (Impresso), v. 71, n. 4, p. 656-661, 2012.
- AMID, M; MANAP, M.Y.A. Purification and characterisation of a novel amylase enzyme from red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 165, p.412-418, dez. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.133>.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis**. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 3000p.
- ATWATER, W. O.; WOODS, C. D. **The chemical composition of american food materials**, U. S. Department of Agriculture: Office of Experiment Stations. 1896. (Bulletin n° 28).
- BAKAR, J. *et al.* Spray-drying optimization for red pitaya peel (*Hylocereus polyrhizus*). **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 5, p. 1332-1342, 2013.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of biochemistry and physiology**, Ottawa, v.37, n.8, p. 911-917, 1959.
- BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. **Resolução RDC n. 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1, p.368-369.
- Ferreira, D.F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.
- JAMILAH, B. *et al.* Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **International Food Research Journal**, v. 18, n. 1, 2011.
- LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COHEN, K. O; GUIMARÃES, T. G. Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 565-570, 2013.
- MOHD ADZIM, K.R., NORHAYATI, A.H., ROKIAH, M.Y., ASMAH, R., NASIR, M.T.M., SITI MUSKINAH, M.. Proximate composition and selected mineral determination in organically grown red pitaya (*Hylocereus sp.*). **J. Trop. Agric. Foos Sci.** 34, 269–275, 2006.
- UTPOTT, M.; DICK, M.; RAMOS, J.C.; FERREIRA, R.S.; RIOS, A. O.; FLÔRES, S.H. caracterização centesimal das pitayas de polpa vermelha (*hylocereus polyrhizus*) e branca (*hylocereus undatus*) produzidas no rio grande do sul, 2018. Disponível: <http://www.schenautomacao.com.br/ssa/envio/files/129_arqnovo.pdf>. Acessado em: 08 de maio de 2019.
- WU, L.C., HSU, H.W., CHEN, Y.C., CHIU, C.C., LIN, Y.I., HO, J.A.A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chem.** 95, 319–327, 2006.
- ZANCHET, A. **Utilização de farinha de casca de pitaiá vermelha (*Hylocereus undatus*) na substituição parcial de gordura em biscoito tipo cookie**. 2017. 46f. Trabalho de conclusão de curso

– Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

Capítulo 5

Otimização da extração de antocianinas totais em casca de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) liofilizada

Ana Cristina Freitas de Oliveira Meira¹; Sérgio Henrique Silva²; Natália Leite Oliveira²; Eduardo Bruno Macedo Viana*³; Lizzy Ayra Alcântara Verissimo⁴; Jaime Vilela de Resende⁴

Resumo

A casca de jabuticaba é um rico resíduo agroindustrial devido à grande quantidade de antocianinas presentes. As antocianinas são compostos fenólicos com capacidade antioxidante e que devido à sua coloração (entre vermelho, laranja e roxo) também podem ser usadas como corantes naturais em produtos alimentícios. Assim, o presente estudo objetivou otimizar a extração de antocianinas monoméricas totais (AM_T) e quantificando-as por método espectrofotométrico. Para isto, utilizou-se um delineamento composto central rotacional, em que os efeitos da concentração da solução de etanol (CE) e o pH das soluções foram estudados. A concentração de AM_T variou de 56,17 a 93,38 mg/100 g, sendo que o melhor resultado foi para a solução extratora com 70% de etanol em pH igual a 1.

Palavras-chave: Antioxidante. Corante natural. DCCR. Resíduo.

Introdução

A jabuticaba (*Plinia cauliflora*) é uma fruta tropical nativa do Brasil que possui características sensoriais agradáveis aos consumidores. Este fruto é do tipo baga globosa cuja casca apresenta coloração preta-avermelhada e pode possuir até quatro sementes (GOMES, 1987). Os resíduos agroindustriais desde fruto que são cascas e sementes representam aproximadamente metade da massa do fruto (FARIA *et al.*, 2016). A casca em especial apresenta grande quantidade de antocianinas, um composto fenólico com capacidade antioxidante, fato que agrega valor a este resíduo.

¹ Mestranda em Ciência dos Alimentos, Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras

² Doutorando em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras

³ Mestrado em Engenharia e Ciência dos Alimentos, Universidade Estadual da Bahia

⁴ Professor adjunto, Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras

* Autor para correspondência: ebmviana@gmail.com

O potencial antioxidante das antocianinas tem sido evidenciado uma vez que possui prevenção ao envelhecimento precoce e inibição de células tumorais (SANTIAGO, 2010). Ainda possui ação anti-inflamatória, previne doenças cardiovasculares e diabetes (SALGADO, 2017). As antocianinas são caracterizadas por serem um pigmento que confere coloração entre vermelho, laranja e roxo, sendo assim podem ser empregadas como alternativa natural aos pigmentos sintéticos que apresentam certa toxicidade e uso limitado (BROUILLARD, 1983; CIPRIANO, 2012).

Uma forma de utilizar este material é transformá-lo em pó, removendo água por meio do processo de liofilização. Este processo de secagem é realizado através da sublimação da água congelada dos alimentos sob vácuo e baixas temperaturas, esta operação unitária é ideal para secagem de alimentos que possuem compostos sensíveis a altas temperaturas (IBARZ; BARBOSA-CANOVAS, 1999). Assim, o objetivo deste trabalho foi liofilizar casca de jabuticaba, otimizar a extração e quantificar a quantidade de antocianinas totais presentes neste resíduo por método espectrofotométrico.

Material e métodos

A liofilização das cascas de jabuticabas e a análise de antocianinas foram realizadas no Departamento de Ciências dos Alimentos (DCA) na Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Obtenção das cascas liofilizadas

Jabuticabas recém colhidas foram adquiridas na cidade de Divinópolis-MG. As frutas foram despolpadas manualmente, e as cascas congeladas à -75 °C em Ultra Freezer (modelo CL 120-86V) por 24h. Depois, realizou-se a liofilização por 72 h no liofilizador (marca Edwards, modelo L4KR). Por fim triturou-se as cascas de jabuticabas secas com auxílio de um liquidificador industrial e o peneirou para homogeneização do tamanho da amostra.

Delineamento experimental

Para o estudo da otimização da concentração de antocianinas monoméricas totais nas cascas de jabuticaba utilizou-se um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) associado ao método de superfície de resposta (MSR). Foram realizados 12 tratamentos, sendo quatro pontos fatoriais, quatro repetições no ponto central e quatro pontos axiais. Estudou-se os efeitos de duas

variáveis independentes: a concentração da solução de etanol (CE) e o pH das soluções (ajustado através de ácido clorídrico). O delineamento foi realizado em duplicata.

Método de extração e quantificação de antocianinas

A extração foi realizada em ambiente escuro, em 1 g da casca de jabuticaba liofilizada adicionou-se 6 mL de solução hidroalcoólica com diferentes concentrações e pH, conforme mostrado na Tabela 1. Os tratamentos estão elucidados na Tabela 2.

A extração foi realizada a 20 °C por 2 h e agitação ocasional. Em seguida, as amostras foram centrifugadas por 10 minutos a 3248×G em centrífuga refrigerada (modelo SP-701) e o sobrenadante foi retirado para quantificação.

Tabela 1 – Variáveis codificadas e reais do DCCR.

Variáveis	-1,41	-1	0	+1	+1,41
Conc. de etanol (%) – CE	56	60	70	80	84
pH	1	1,75	3,5	5,25	6

Fonte: Dos autores, 2019.

A quantificação da concentração de antocianinas monoméricas totais foi realizada por meio do método de pH diferencial, segundo Giusti e Wrolstad (2001). Adicionou-se 1 mL do sobrenadante nos tampões de ácido acético e acetato de sódio (0,4 M e pH 4,5) e de ácido clorídrico e cloreto de potássio (0,025 M e pH 1,0), respectivamente. Em seguida, realizou-se a leitura a 520 nm e 700 nm em um espectrofotômetro (modelo Nova 2000 UV).

A absorbância final foi obtida pela Equação 1. A concentração de antocianinas monoméricas totais (AM_T), expressa em mg/100 g, pela Equação 2.

$$A = (A_{\max vis} - A_{700})_{pH1,0} - (A_{\max vis} - A_{700})_{pH4,5} \quad (1)$$

$$AM_T = \frac{A \times PM \times FD}{\varepsilon \times 1} \times 100 \quad (2)$$

Em que, A é a absorbância final, PM é o peso molecular (449,2), FD o fator de diluição e ε é a absorvidade molar (26900).

Análise estatística

Os resultados foram analisados com auxílio do *software* Statistica versão 8.0. Os dados foram submetidos a análise de variância ($p < 0,10$), em seguida ajustou-se um modelo matemático e plotou-se a superfície de resposta e curvas de contorno.

Tabela 2 – Resultados de antocianinas monoméricas totais dos tratamentos do DCCR

Ensaio	CE (%v/v)	pH	Antocianinas monoméricas totais (mg/100g)
1	-1 (60)	-1 (1,75)	92,478 ± 2,125
2	1 (80)	-1 (1,75)	63,823 ± 0,142
3	-1 (60)	1 (5,25)	90,581 ± 7,138
4	1 (80)	1 (5,25)	87,035 ± 7,309
5	-1,41 (56)	0 (3,5)	74,343 ± 4,395
6	1,41 (84)	0 (3,5)	56,175 ± 6,016
7	0 (70)	-1,41 (1)	93,380 ± 2,511
8	0 (70)	1,41 (6)	79,754 ± 2,267
9	0 (70)	0 (3,5)	82,359 ± 1,417
10	0 (70)	0 (3,5)	80,823 ± 13,846
11	0 (70)	0 (3,5)	78,251 ± 4,967
12	0 (70)	0 (3,5)	79,086 ± 3,319

Fonte: Dos autores, 2019.

Resultados e discussão

A Tabela 2 apresenta os resultados de antocianinas monoméricas totais obtidas para cada tratamento de extração do DCCR aplicado.

A maior concentração de antocianinas monoméricas totais (93,380 mg/100g) foi observada no tratamento cuja a extração foi realizada aplicando solução extratora com 70% de etanol em pH igual a 1. Resultado superior foi obtido por Teixeira, Stringheta e Oliveira (2008) que ao quantificar antocianinas de casca de jabuticaba por meio do método de pH único obteve um teor de antocianinas de 494,74 mg/100g. Reynertson (2007) também atingiu um valor superior a este trabalho ao extrair e quantificar pelo método de pH diferencial nas antocianinas de jabuticaba inteira (433 mg/100g). As discrepâncias podem ter ocorrido devido a diferentes concentrações de etanol e pH aplicados e devido

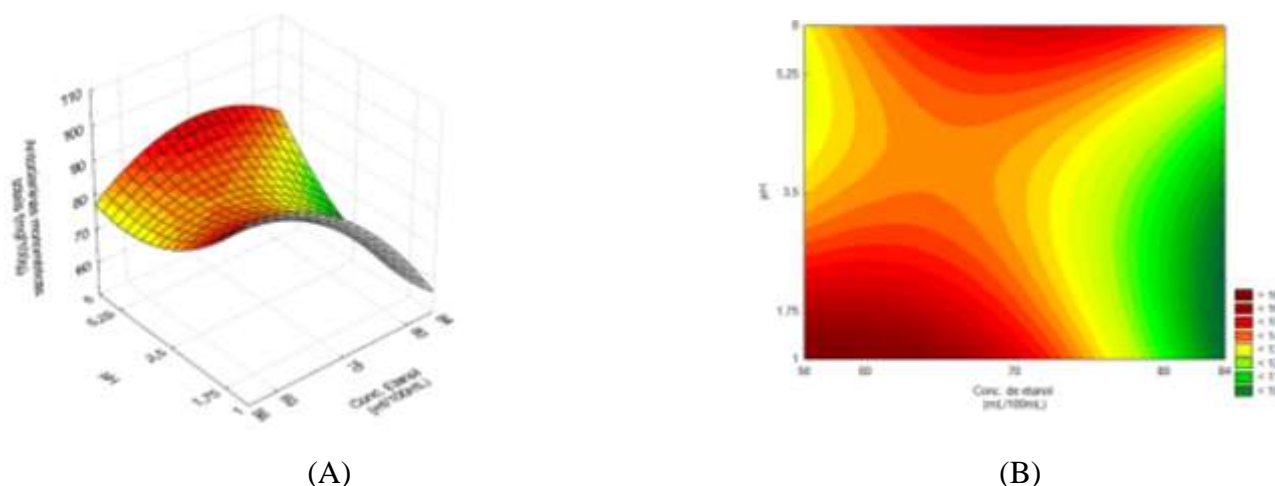
às perdas das antocianinas durante o processo de liofilização e transporte visto que são compostos termo e fotossensíveis.

Silva *et al.* (2010) encontrou valor menor de antocianinas totais (48,06 mg/100g) ao extraí-las de casca de jabuticaba e quantificar por meio de cromatografia descendente em papel seguido por um processo de evaporação rotativa. Tal fato pode ser explicado devido a aplicação da rotoevaporação proporcionar perda de antocianinas devido ao leve aumento da temperatura.

A Figura 1A e B apresenta a superfície de resposta e curva de contorno da concentração de antocianinas monoméricas totais em função da concentração de etanol e pH.

Por meio das figuras 1 A e B observou-se que os maiores teores de antocianinas monoméricas totais foram obtidos ao empregar solução extratora com concentração de etanol inferior a 70% e pH menor que 1,75 ou solução com concentração de etanol acima de 70% e pH maior que 5,25. Por se tratar de uma matriz alimentícia que é extremamente complexa não se pode afirmar de fato a ação do pH sobre a extração das antocianinas, uma vez que, pode atuar influenciando em enzimas celulares que podem favorecer a compartimentalização celular, na permeabilidade celular, na solubilidade das antocianinas, entre outros.

Figura 1 – Superfície de resposta (A) e Curvas de contorno (B) para antocianinas totais



Fonte: Dos autores, 2019.

A estabilidade das antocianinas é influenciada por vários fatores como pH, estrutura, temperatura e presença de oxigênio, assim a degradação deste pigmento pode ocorrer por diferentes mecanismos. Entretanto, é interessante observar que em meios ácidos esses compostos tendem a apresentar maior estabilidade (LOPES *et al.*, 2007). Logo, a melhor condição de extração obtida é aplicar solução extratora com concentração de etanol inferior a 70% e pH menor que 1,75.

Ajustou-se um modelo completo (Equação 3) para concentração de antocianinas monoméricas totais, em que apenas a concentração de etanol foi significativa a $p < 0,10$ (Tabela 3). O coeficiente de determinação obtido para o modelo foi 0,75.

$$AM_T = 80,13 - 7,24 \cdot CE + 0,25 \cdot pH - 5,54 \cdot CE^2 + 5,11 \cdot pH^2 + 6,28 \cdot CE \cdot pH \quad (3)$$

Tabela 3 – Análise de Variância

	SS	df	MS	F	p
(1) CE (L)	418.995	1	418.995	7.487	0.034
CE (Q)	196.682	1	196.682	3.515	0.110
(2) pH (L)	0.522	1	0.522	0.009	0.926
pH (Q)	167.136	1	167.135	2.99	0.135
CE (L) by pH (L)	157.608	1	157.608	2.816	0.144
Error	335.752	6	55.959		
Total SS	1367.400	11			

Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusão

A casca de jabuticaba é um resíduo rico em antocianinas totais. Na forma liofilizada seu armazenamento é facilitado possibilitando aplicações em diferentes produtos, proporcionando assim enriquecimento de antioxidantes e coloração avermelhada. Esses compostos são extremamente sensíveis a luz e temperaturas altas, sendo necessário um cuidado em sua manipulação. A extração das antocianinas apresentou melhor resultado quando aplicado uma solução extratora com até 70% de etanol em pH 1 (93,380 mg/100g), não necessitando, portanto, soluções hidroalcoólicas com concentrações superiores.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

Referências

- BROUILLARD, R. The in vivo expression of anthocyanins colour in plants. **Phytochemistry**, 22: 311-323, 1983.
- CIPRIANO, P. A. **Antocianinas de açaí (Euterpe oleraceae Mart.) e casca de jabuticaba (Myrciaria jabuticaba)**. EMBRAPA, Tecnologias para inovação nas cadeias euterpe. - Editores. Brasília, DF, 2012.
- FARIA, G. S.; JARDIM, F. B.; SILVA, A. C.; COSTA, L. L.; ABDALLA, D. R. **Caracterização química da casca de jabuticaba (Myrciaria jabuticaba) liofilizada e sua aplicação em leite fermentado potencialmente simbiótico**. JCBS, v. 2, n.1, p. 02-09, 2016.
- GIUSTI, M.M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and measurement with UV-Visible spectroscopy. In. **Current Protocols in Food Anal. Chem.** John Wiley & Sons: New York, 2001.
- GOMES, R.P. **Fruticultura brasileira**. 11. Ed. São Paulo: Nobel, 446 p., 1987.
- IBARZ, A.; BARBOSA-CANOVAS, G. V. **Deshidratación y Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos**, Lancaster, Basel, 1999.
- LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: Uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 291-297, jul-set, 2007.
- REYNERTSON, K.A. **Phytochemical analysis of bioactive constituents from edible myrtaceae fruits**. 2007, p. 142. Tese (Tese-Graduate Faculty in Biology) - City University of New York, 2007.
- SALGADO, J. **Alimentos funcionais**. 1 ed., São Paulo: Oficina de Textos, 2017.
- SANTIAGO, M.C.P.A. **Avaliação via cromatografia líquida de alta eficiência do efeito da microfiltração do suco da amora-preta (Rubus spp.) sobre a composição de suas antocianinas majoritárias**. 2010, 92 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2010.
- SILVA, G. J. F.; CONSTANT, P. B. L.; FIGUEIREDO, R. W.; MOURA, S. M. Formulação e estabilidade de corantes de antocianinas extraídas das cascas de jabuticaba (*Myrciaria ssp.*). **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 429-436, jul./set. 2010.
- TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**. v. 55, p. 297-304, 2008.

Capítulo 6

Caracterização das frações casca, polpa, semente e borra do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)

Katiúcia Alves Amorim*¹; Vânia Maria Alves²; Lucas Pereira Braga³; Jessyca Santos Silva⁴;
Clarissa Damiani⁵, Eduardo Ramirez Asquieri⁶

Resumo

O fruto do açaí é considerado um alimento de alto valor calórico, devido ao elevado teor de lipídios, rico em fibras, proteínas, vitaminas e minerais, sendo que, um dos principais gargalos está nos resíduos gerados após o seu despulpamento. Logo, o presente estudo teve como objetivo caracterizar, quimicamente, a casca/polpa, semente e borra na forma *in natura* assim como a farinha da semente e da borra do açaí. Foram realizadas análises da composição proximal (umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos) das frações polpa/casca, semente, borra, ambos *in natura* e farinha da semente e borra seca do açaí. Os resultados apresentaram diferenças significativas na composição proximal do açaí nas diferentes partes do seu fruto. Com destaque para a polpa/casca que apresentou alto teor de lipídeos e proteína, respectivamente, de 15,13% e 5,79% em base úmida e para farinha da semente de açaí que apresentou altos valores para carboidratos. Concluiu-se que a avaliação da composição proximal da polpa de açaí e seus subprodutos permitem visão ampla sobre a fruta e vislumbra possibilidades sobre suas aplicações na indústria de alimentos.

Palavras-chave: Caracterização proximal; reaproveitamento; subprodutos.

¹ Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás.

² Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal do Tocantins.

³ Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás.

⁴ Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Lavras.

⁵ Professora Dra., Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás.

⁶ Professor Dr., Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás.

Introdução

O açaizeiro é uma espécie frutífera de grande importância sócio-econômica alimentar na Amazônia. O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira tropical nativa da Amazônia, produzindo um fruto de cor roxa, muito utilizado na produção de bebidas. O processamento do fruto do açaí consiste em despulpamento, seguido pelo processo de maceração em água (OLIVEIRA, CARVALHO, NASCIMENTO, 2000).

Estudos demonstram que a polpa de açaí é considerada um alimento de alto valor energético, atribuído ao seu alto teor de lipídeos. A polpa, também, é rica em minerais e flavonoides, destacando-se dentre estes as antocianinas, pigmentos responsáveis por sua cor violácea, de eficácia comprovada no combate ao colesterol, por neutralizarem os radicais livres, podendo reduzir os riscos de câncer; além de apresentar teor de proteínas, fibras alimentares e macro e micronutrientes importantes, podendo ser considerado um dos alimentos mais completos nutricionalmente (KANG et al, 2010).

O processamento de despulpamento do açaí gera resíduos, como casca, semente e borra de açaí. Os descartes desses resíduos podem ocasionar impactos ambientais severos, devido à presença de alto valor orgânico e fontes de nutrientes para microrganismos (AMID; MANAP, 2014). Pesquisas atuais mostram que esses resíduos agroindustriais, como sementes e cascas, podem ser destinados como ingredientes na elaboração de novos produtos para alimentação humana, além da alimentação animal e fertilização orgânica (ZANCHET, 2017).

Em relação ao açaí, a semente corresponde a 85% do peso total do fruto, podendo ser utilizado na torrefação de café, panificação, extração de óleo comestível e ração animal. A borra seca possui 51,6% de fibras totais, tornando-se, então, alternativa viável para seu aproveitamento na forma de biscoitos (TINOCO, 2005).

Nos últimos anos, novas pesquisas voltadas ao aproveitamento de resíduos agroindustriais provenientes do processamento dos produtos de origem vegetal, têm sido desenvolvidas, pelo fato de que esses resíduos apresentam fontes significativas de antioxidantes e fibras dietéticas, podendo ser incorporados a diversos produtos alimentícios, como ingredientes não calóricos ou na substituição de farinha tradicional, gordura e açúcar. Esses estudos são de grande valor, a fim de determinar suas características nutricionais e antinutricionais, influenciando na segurança da utilização desses produtos (UTPOTT et al, 2018).

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo caracterizar quimicamente as frações *in natura* da casca/polpa, semente e borra do açaí, além das respectivas farinhas de semente e borra secas.

Material e métodos

O fruto do açaí *in natura* e a borra do açaí foram doados pela empresa *fast açaí*®, diretamente do estado do Pará. As amostras foram levadas para o Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos, da Faculdade de Farmácia, da Universidade Federal de Goiás. Os frutos foram despulpados, manualmente, sem o processo de maceração, e a casca, juntamente com a polpa (CPA) foi congelada em freezer (-18°C) até o momento das análises. Após a separação da semente do açaí (SA), as mesmas foram submetidas ao processo de secagem de 55°C, durante 72 horas em estufa de circulação forçada de ar, até ficarem com umidade abaixo de 10%, e moídas em moinho de facas tipo willye STAR FT 50 para obtenção da farinha da semente do açaí (FSA). A borra foi recebida congelada e armazenada em freezer (-18°C) envolta a papel alumínio até o momento das análises. Após o descongelamento da borra, uma parte foi reservada na forma *in natura* (BAI) e outra parte foi seca em estufa de circulação forçada a 60°C (BAS).

O teor de umidade foi determinado pela secagem em estufa à 105°C, até peso constante. Quanto as cinzas foram quantificadas conforme método AOAC (2012), por meio de incineração em mufla, a 550°C.

Para a quantificação de proteína bruta, foi quantificado o nitrogênio total pelo método AOAC (2012) e considerando-se 6,25 como fator de conversão para o cálculo de proteína. O conteúdo de lipídios totais foi realizado conforme o método de Bligh-Dyer (1959), o qual baseia-se na mistura de três solventes: água, metanol e clorofórmio. Os carboidratos totais foram determinados por diferença.

Todas as análises foram realizadas em 12 repetições e os resultados foram expressos em porcentagem (%). Foi realizado o teste de Tukey para verificar diferença estatística entre as médias, considerando nível de significância de 5%.

Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta os valores da composição proximal da casca e polpa do açaí *in natura* (CPA), Semente do açaí *in natura* (AS), Borra do açaí *in natura* (BAI), Borra do açaí seca (BAS), Farinha da semente do açaí (FSA).

Todos os parâmetros testados dentro dos tratamentos, apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), no qual a CPA apresentou maior concentração de lipídeos e proteína; a FSA e BAS obtiveram os maiores valores para carboidratos e cinzas; já na BAI possui maior umidade.

Tabela 1 – Composição proximal das frações casca e polpa do açaí *in natura* (CPA), Semente do açaí *in natura* (SA), Borra do açaí *in natura* (BAI), Borra do açaí seca (BAS), Farinha da semente do açaí (FSA).

Tratamentos	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Lipídeos (%)	Carboidratos (%)
AS	33,73 ^c	0,86 ^c	3,05 ^c	1,35 ^d	61,01 ^b
FSA	5,59 ^d	1,47 ^a	5,09 ^b	2,92 ^c	84,92 ^a
CPA	39,74 ^b	1,38 ^a	5,79 ^a	15,13 ^a	37,96 ^c
BAI	61,55 ^a	0,78 ^c	1,34 ^d	1,16 ^d	35,18 ^c
BAS	4,46 ^e	1,17 ^b	3,04 ^c	4,03 ^b	87,30 ^a

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: BAI: Borra do açaí *in natura*; BAS: Borra do açaí seca; SA: Semente do açaí; CPA: Casca e polpa do açaí; FSA: Farinha da semente do açaí.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A determinação da umidade trata-se de uma das medidas mais utilizadas na análise de alimentos, com grande importância econômica, pois está diretamente ligado a estabilidade do alimento, influenciando toda a cadeia produtiva. Analisando os resultados da CPA, a umidade está bem abaixo da encontrada na literatura, que foi relatada em torno de 84% (CANUTO *et al.*, 2010; PEREIRA, QUEIROZ, FIGUEIRÊDO, 2007), já para BAI, a umidade apresentou valores superiores ao encontrados na literatura que variaram de 47 – 54% (LIMA, 2009). Em relação a FSA (5,59%) e BAS (4,46%) estão de acordo com a legislação brasileira vigente que possui como requisito específico a umidade máxima de 15% para farinhas (ZANCHET, 2017). Logo, a produção de farinha de semente e borra seca tornam-se proveitosa do ponto de vista de conservação do produto, além da praticidade de embalagem e armazenamento, assim como na substituição de ingredientes em novos produtos.

O conteúdo de cinzas foi maior na FSA (1,47%) e menor na BAI (0,78%). Esse teor em alimentos refere-se ao resíduo mineral fixo (sódio, potássio, magnésio, cálcio, ferro, fósforo, cobre, cloreto, alumínio, zinco, manganês e outros compostos minerais) remanescente do processo de incineração, entretanto, nem sempre este resíduo representa toda a substância inorgânica presente na amostra, pois alguns sais podem reduzir ou volatilizar no aquecimento. Conforme Mohd Adzim *et al.* (2006) valores a partir de 0,7% são indicativos de um conteúdo mineral favorável para a melhoria da saúde humana, sendo assim o açaí apresenta boa composição mineral em todas suas frações.

Para os resultados encontrados para BAI, a umidade apresentou valores superiores ao encontrados na literatura que variaram de 47 – 54% e inferiores nos teores de proteína e lipídeos, que foram respectivamente, de 1,6 – 3,7%, 3,5 – 4,7% e valores próximos para cinzas e carboidratos, 0,5

– 1,3% e 47% (LIMA, 2009). Essas variações ocorreram, provavelmente, devido a fatores como a variedade da fruta, a região de onde o fruto foi colhido, transporte, armazenamento e processamento.

Quando as características da BAI são comparadas com às da CPA, observa-se percentual do teor de umidade maior para BAI, provavelmente, devido a adição de água durante o processamento de despulpamento pela indústria, o que ressalta a influência da água utilizada durante o processo de obtenção da bebida açai. Constata-se, também, redução nos valores de lipídeos, proteínas e cinzas, o que já era esperado devido ao processo de extração e os mesmos estarem presentes em grande parte na polpa extraída (LIMA, 2009).

Quanto ao teor de lipídios e proteínas, a CPA se destacou, apresentando valores bem superiores aos demais tratamentos. Ao comparar a FSA com a AS, a primeira apresentou valores menores de umidade e quantidades superiores de carboidratos, proteínas e lipídios em relação à SA, assim como a BAS em relação a BAI, devido ao fato da retirada de água do produto, por meio do processo de desidratação, concentrando os mesmos.

Pode-se observar, ainda, que em relação a quantidade de proteínas, as frações SA e BAS não diferem entre si, assim como para lipídios entre SA e BAI e para carboidratos entre FSA e BAS, CPA e BAI, diferindo dos demais tratamentos.

Todas as frações analisadas apresentaram valor nutricional significativo, quanto aos teores de minerais, carboidratos, proteínas, exceto SA, e lipídios. As frações estudadas podem ser aplicadas como substitutos de farinhas na preparação de pães e biscoitos, assim como a semente utilizada na torrefação de café, podem ser adicionados em bebidas a fim de melhorar o valor nutricional dos produtos. As frações na forma de farinhas são mais favoráveis, para realizar essa aplicação devido ao fato de terem menor umidade, serem mais fáceis de armazenar, além de terem os macros e micronutrientes concentrados.

Conclusão

A avaliação da composição proximal das frações casca/polpa do açai e seus subprodutos (sementes e borra) permitiu a obtenção de uma visão ampla sobre a fruta e o vislumbre de possibilidades sobre suas aplicações na indústria de alimentos. As farinhas por conter menor umidade, são mais favoráveis a aplicação no desenvolvimento de novos produtos, além de concentrar grandes quantidades de carboidratos e quantidades consideráveis de cinzas e proteínas.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a empresa *fast açaí®*, pela doação das amostras para realização do estudo.

Referências

- AMID, M; MANAP, M.Y.A. Purification and characterisation of a novel amylase enzyme from red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 165, p.412-418, dez. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.133>.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 19. ed. Gaithersburg: AOAC, 2012.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. a Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911–917, 1959.
- CANUTO, G. A. B. *et al.* Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1196–1205, 2010.
- KANG, J.; LI, Z.; WU, T.; JENSEN, G. S.; SCHAUSS, A. G.; WU, X. Anti-oxidant capacities of flavonoid compounds isolated from acai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.). **Food Chemistry**, v. 122, n. 3, p. 610-617, 2010
- LIMA, H. T. **APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS (BORRA DE AÇAÍ E GLICEROL) AGROINDUSTRIAIS (BORRA DE AÇAÍ E GLICEROL)**. [s.l.] Universidade Federal de Goiás, 2009.
- MOHD ADZIM, K.R., NORHAYATI, A.H., ROKIAH, M.Y., ASMAH, R., NASIR, M.T.M., SITI MUSKINAH, M.. Proximate composition and selected mineral determination in organically grown red pitaya (*Hylocereus sp.*). **J. Trop. Agric. Foos Sci.** 34, 269–275, 2006.
- OLIVEIRA, M. DO S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.). **Embrapa Amazônia Oriental**, p. 49, 2000.
- PEREIRA, E. A.; QUEIROZ, A. J. DE M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. DE. Massa específica de polpa de açaí em função do teor de sólidos totais e da temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 526–530, 2007.
- TINOCO, A. C. Açaí amazônico: novas perspectivas de negócio. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 1 CD-ROM. **Trabalho apresentado no Workshop Regional do Açaizeiro: pesquisa, produção e comercialização**, Belém, PA, 2005.
- UTPOTT, M.; DICK, M.; RAMOS, J.C.; FERREIRA, R.S.; RIOS, A. O.; FLÔRES, S.H. caracterização centesimal das pitayas de polpa vermelha (*hylocereus polyrhizus*) e branca (*hylocereus undatus*) produzidas no Rio Grande do Sul, 2018. Disponível: <http://www.schenautomacao.com.br/ssa/envio/files/129_arqnovo.pdf>. Acessado em: 08 de maio de 2019.
- ZANCHET, A. **UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE CASCA DE PITAIA VERMELHA (*Hylocereus undatus*) NA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE GORDURA EM BISCOITO TIPO COOKIE**. 2017. 46f. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

Capítulo 7

Composição nutricional da Bacaba: um estudo de suas frações

Vânia Maria Alves^{1*}; Daphynni Carolinne Moreira Morais¹; Jéssyca Santos Silva²; Katiúcia Alves Amorim³; Eduardo Ramirez Asquieri⁴; Clarissa Damiani⁵

Resumo

Amazônia é um bioma rico em diversidade de plantas, animais e frutos, a exemplo disso temos a bacaba, fruto semelhante ao açaí, muito consumido pela população local juntamente com o leite. O objetivo do presente trabalho foi obter a composição proximal das frações da bacaba *in natura* e seca. Para tanto os frutos obtidos foram sanitizados, despulpados e parte foi separada para estudo *in natura* e a outra seguiu para estufa, para elaboração das farinhas. As análises seguiram metodologia proposta pela AOAC (2012). Os resultados demonstram que a bacaba possui boa quantidade de lipídios na casca e polpa, farinha de casca e polpa ($17,90 \pm 1,49$ e $28,61 \pm 0,24$) % e fibra total na casca e polpa, e farinha de casca e polpa ($44,19 \pm 1,16$ e $66,13 \pm 1,74$) %, e amêndoa *in natura*, e farinha da amêndoa ($52,87 \pm 2,09$ e $79,51 \pm 3,11$) %, quando comparados outros frutos mostrando que sua inserção na alimentação pode ser benéfica devido à quantidade de fibras, além de ser uma boa opção para quem necessita de uma suplementação mais calórica.

Palavra-chave: Aproveitamento. Fibras. Frutos

Introdução

A Floresta Amazônica é uma vasta aglomeração de paisagens e ecossistemas, que formam uma união de vegetação e hidrografia que, de acordo com Sioli (1985) “abriga o sistema pluvial mais extenso e de maior massa líquida, a Bacia do Rio Amazonas”, irrigada por rios de nove países: Brasil,

¹Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins

²Doutoranda em Ciência de Alimentos, Departamento Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Lavras

³Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás

⁴Doutor em Ciência dos Alimentos, Professor na Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás

⁵Doutora em Ciência dos Alimentos, Professora no Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás

Guiana Francesa, Equador, Bolívia, Colômbia, Peru, Venezuela, Suriname, República da Guiana (CÁUPER, 2006).

A *Oenocarpus bacaba* Mart. conhecida como bacabeira, atinge de 7 a 22 metros de altura e 12 a 25 cm de diâmetro, com frutos em cachos, drupas subglobosas de coloração negro-violácea, com polpa expressa muito oleaginosa (GUIMARÃES, 2013).

A fabricação da polpa, seja para produção de refresco ou para obtenção de óleos, ainda é artesanal (OLIVEIRA; RIOS 2013).

O seu florescimento ocorre nos meses de julho e agosto, suas flores são alvo-amareladas, os frutos são arredondados, o mesocarpo de 1,5 mm de espessura, brancacento, oleoso; amêndoa envolvida por um endocarpo delgado e fibroso. No período entre dezembro a abril atinge uma média de frutos de 20Kg por palmeira (MENDONÇAS; ARAUJO, 1999; LORENZI,1996).

A bacaba frisa-se no alto teor de lipídeo, rica em nutrientes semelhantes ao azeite de oliva na sua composição de ácidos graxos, em aparência e qualidade. Os ácidos gordos não saturados são acima de 75% e ácidos insaturados abaixo de 4% do óleo de bacaba, transformando este óleo vegetal mais saudável do que o óleo de milho e superior em qualidade ao óleo de soja. Além do mais, a polpa abrange um alto percentual de proteínas benéfico para o crescimento humano e, pode ser usado como substituição do leite animal (CHAUVA; CALDERÓN, 2016).

O aproveitamento integral de frutas e hortaliças (polpa, cascas, talos e folhas), na elaboração de novos produtos, é uma alternativa tecnológica limpa que está ao alcance de todos, pois pode ser aplicada tanto no ambiente industrial como residencial. A utilização do alimento, de forma sustentável reduz a produção de lixo orgânico, prolonga a vida útil do alimento, promove a segurança alimentar e beneficia a renda familiar (SILVA *et al.*, 2009). Além disso, o aproveitamento integral de frutas e hortaliças, como forma de incentivo ao consumo desse grupo de alimentos, é uma prática alimentar saudável e contribui para a promoção da saúde (SILVA; RAMOS, 2009). Portanto o objetivo do presente trabalho é determinar a composição proximal das frações de bacaba *in natura* e secas.

Materiais e Métodos

Os Frutos de bacaba foram obtidos, em um comércio de feira na cidade de Palmas-TO. Foram transportados até Goiânia por meio de transporte em ônibus rodoviário. Ao chegar a Goiânia, no Laboratório de Vegetais, da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, os frutos foram sanitizados com hipoclorito de sódio a 200ppm, após sanitizados, foram despulpados em despulpadeira da marca (Bonina/025 DFA8), observando que antes da despolpa, a bacaba passou por

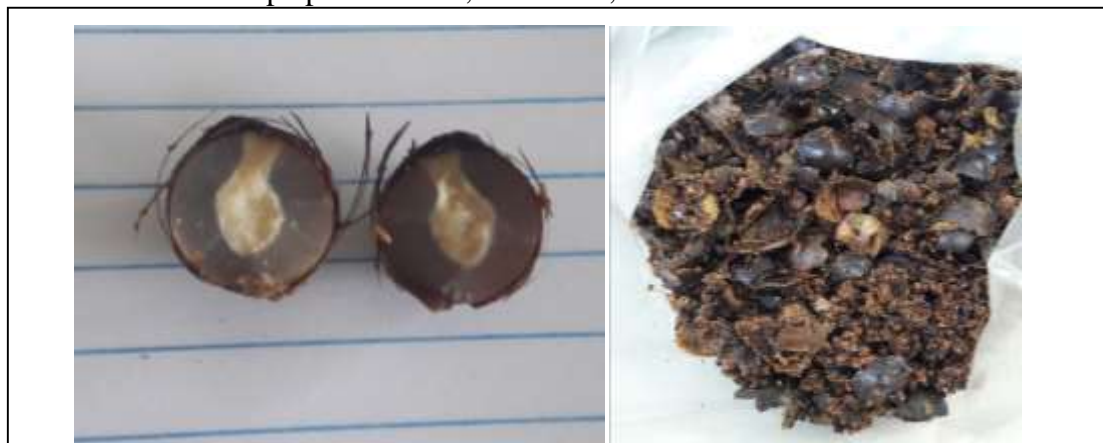
um processo de maceração em água a 50°C. Após despolpa dos frutos, uma parte das cascas+polpa (CP) e amêndoa (A) *in natura* foram embaladas em sacos de poliestireno de alta densidade e fechada a vácuo e revestidos por folhas de papel alumínio e mantidas em congelador a -18°C até o momento das análises, e as demais foram conduzidas há estufa de circulação de ar forçada da marca (TECNAL/TE-394/3), e seca a temperatura de 50°C, até que umidade das cascas+polpa e amêndoa fosse de, no máximo, de 15%, segundo a RDC 263/2005 (BRASIL, 2005), que preconiza que está é a umidade ideal de farinhas. Com as frações secas, estas foram trituradas em micro moinho Tipo Willye (TE-648) até obtenção de farinha, semelhante à de trigo. Após este procedimento, as FCP e FA foram embaladas e armazenadas como descrito anteriormente, até o momento da realização das análises de composição proximal.

A composição proximal foi realizada, conforme métodos propostos pela AOAC (2012), o teor de umidade foi determinado pela secagem em estufa à 105°C, até peso constante, expressa em percentagem (%); as cinzas foram pelo método de incineração em mufla, a 550°C, expressas em percentagem (%); nitrogênio total pelo Método de Kjeldahl (1883), considerando-se 6,25, como fator de conversão para o cálculo de proteína bruta, expressa em percentagem; carboidratos totais foi obtido pelo calculado por diferença, expressos em percentagem (%); lipídeos totais foi determinado por meio do método de Bligh-Dyer (1959), que baseia-se na mistura de três solventes: água, metanol e clorofórmio, expressa em percentagem (%); valor calórico foi calculado, por meio da utilização dos coeficientes de Atwater (carboidrato = 4,0 Kcal/g; lipídeos = 9,0 Kcal/g; proteínas = 4,0 Kcal/g) (ATWATER; WOODS, 1896), expresso em Kcal/g e as fibras solúveis e insolúveis foram determinadas por método gravimétrico-enzimático com utilização de enzimas (α -amilase, protease e amiloglicosidase), com resultado expresso em (%). Os dados foram tabelados e calculados média e desvio padrão com auxílio do Excel (2012) e submetidos a análise de variância, seguido de teste de Tukey, quanto a média das frações casca+polpa e amêndoa e suas respectivas farinhas a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2003).

Resultados e Discussão

Os resultados da composição proximal das frações do fruto bacaba e imagens das frações encontram-se na Tabela 1 e Figura 1. Vale ressaltar a importância da imagem para conhecimento do fruto, que ainda é pouco conhecido nacionalmente. Estes parâmetros fornecem importantes informações sobre o fruto, bem como a influência do processo de secagem, na composição proximal.

Figura 1- Amêndoa e Casca+polpa de bacaba, safra 2019, estado do Tocantins



Fonte: Autora ALVES, V. A (2019)

Os dados referentes a umidade demonstram que a umidade das farinhas se encontram dentro do limite estabelecido pela RDC 263/2005 (BRASIL, 2005), onde a umidade deve estar abaixo de 15%, estes valores são importantes para a conservação dos produtos secos.

Guimarães (2013) obteve valores de 1,3% e 4,7% de cinzas em farinhas de bacaba e jerivá, respectivamente, superiores aos encontrados para a bacaba no presente estudo. Teores de 2,10% de proteínas foram encontrados por Manhães e Sabaa-Srur (2011), em polpa de buriti, sendo o resultado também inferior à polpa do presente estudo. Porém, o presente estudo obteve maior teor proteico do que os encontrados por Finco *et al.* (2012) para cagaita e murici (0,98% e 1,89%, respectivamente).

Houve diferença significativa nas amostras quando comparado umidade em relação as amostras *in natura* e farinhas, mostrando que o processo de secagem, influencia toda composição química pois ocorre a concentração devido a retirada da água. Meyer (2013) encontrou um teor lipídico para a polpa de bacaba de 28 g/100 g enquanto Seixas *et al.* (2016) aferiu 21 g/100 g de lipídeo, 4,61 g/100 g de proteínas e 1,53 g/100 g de cinzas. Os valores calóricos encontrado alto, fato evidenciado pela quantidade significativa de lipídios, segundo os estudos de Manhães e Sabaa-Srur (2011), a polpa de buriti possui 166,36 Kcal e Domingues, Carvalho e Barros (2014), encontraram 70,22 Kcal em frutos do bacabi (*Oenocarpus mapora* H. Karsten).

Apesar de serem todos frutos do mesmo gênero, os valores calóricos de buriti e bacabi são bem inferiores aos da bacaba. Vale ressaltar que a diferença de valores de cinzas, lipídios e proteínas entre as polpas das bacabas nos dois estudos, pode-se dar devido a diferenças no estágio de maturação e as condições edafoclimáticas da região em que o fruto foi coletado.

Tabela 1- Composição proximal do fruto bacaba em base úmida, safra 2019

Parâmetros	CP <i>in natura</i>	Farinha CP	Amêndoa <i>in natura</i>	Farinha da amêndoa
Umidade (%)	42,86 ^a ± 0,51 (1,18)	1,63 ^b ± 0,2 (7,36)	38,80 ^a ± 0,31 (0,79)	7,92 ^b ± 0,25 (3,15)
Cinzas (%)	0,96 ^a ± 0,09 (9,37)	1,82 ^b ± 0,17 (9,34)	0,93 ^a ± 0,08 (7,44)	1,90 ^b ± 0,07 (3,68)
Proteína (%)	1,30 ^a ± 0,20 (15,38)	3,25 ^b ± 0,25 (7,69)	3,13 ^a ± 0,25 (7,98)	4,97 ^a ± 0,10 (2,01)
Lipídios (%)	17,90 ^a ± 1,49 (8,32)	28,61 ^b ± 0,24 (0,83)	0,88 ^a ± 0,20 (22,72)	2,27 ^a ± 0,65 (28,63)
Carboidratos (%)	36,81 ^a ± 1,75 (4,75)	64,64 ^b ± 0,87 (1,34)	56,09 ^a ± 0,25 (0,44)	86,43 ^b ± 0,57 (0,65)
VC (Kcal/100g)	320,09 ^a ± 7,91 (2,47)	519,72 ^b ± 4,57 (0,87)	246 ^a ± 1,97 (0,80)	387,56 ^b ± 3,52 (0,90)
FA Total (%)	44,19 ^a ± 1,16 (2,62)	66,13 ^a ± 1,74 (2,63)	52,87 ^a ± 2,09 (3,95)	79,51 ^b ± 3,11 (3,91)
Fibras Insolúvel (%)	25,13 ^a ± 0,25 (0,99)	37,60 ^a ± 0,4 (1,06)	48,48 ^a ± 1,19 (2,45)	72,94 ^b ± 1,80 (2,46)
Fibra Solúvel (%)	19,06 ^a ± 0,90 (4,72)	28,52 ^b ± 1,35 (4,73)	4,38 ^a ± 0,82 (18,72)	6,56 ^b ± 1,30 (19,81)

Fonte: dos autores 2019

CP: casca+polpa; VC: valor calórico; FA: Fibra Alimentar; media ± desvio padrão e coeficiente de variação de doze repetições. Médias seguidas pela mesma letra, sendo as frações *in natura* e a farinha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de significância de p>0,05.

Os resultados de fibras, verificados neste trabalho, foram significativamente maiores nas farinhas, sendo a maior média encontrada na FA de bacaba, mostram o potencial da bacaba como fonte de fibra, pois a inclusão desses compostos na dieta diária é essencial para a saúde intestinal e podendo ser associada a um menor risco de desenvolvimento de doença cardíaca, acidente vascular cerebral, hipertensão, diabetes tipo 2 e obesidade (SAURA-CALIXTO, 2011; MUDGIL; BARAK, 2013)

Conclusão

Com base nos resultados, observou-se que tanto as frações *in natura*, quanto as respectivas farinhas são excelentes fontes de fibras, podendo ser utilizadas na incorporação ou elaboração de produtos ricos em fibras. A CP tanto *in natura* quanto a FCP mostrou-se altamente calórica possuindo altos teores de lipídeos, proteínas, carboidratos e valor energético, podendo ser incluídas em dietas que requerem alta densidade energética.

Referencias

- ANVISA, Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, **Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**, disponível em http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1ae52c0047457a718702d73fbc4c6735/RD_C_263_2005.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 26 maio 2019.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis**. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 3000p.
- ATWATER, W. O.; WOODS, C. D. The Chemical Composition of American Food Materials, U. S. Department of Agriculture; **Office of Experiment Stations**; Bulletin n.º 28, 1896.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of biochemistry and physiology**, Ottawa, v.37, n.8, p. 911-917, 1959.
- CÁUPER, G. C.; CÁUPER, F. R. M.; BRITO, L. L. **Biodiversidade Amazônica. Manaus. Amazonas**. Centro Cultural dos Povos da Amazônia – CCPA. 2006.
- CHAUCA, S. A. C.; ASUNCIONA, CALDERÓN, C. T. **Evaluación bromatológica del *Oenocarpus bataua c. (ungurahui)* y su capacidad antioxidante**. Trabalho de conclusão de curso, Universidad Nacional de La Amazonia Peruana, Iquitos. Cap.8, 2016.
- DOMINGUES, A.F.N.; CARVALHO, A.V.; BARROS, C.R. Caracterização físico-química da polpa de bacabi (*Oenocarpus mapora* H. Karsten). **PA: Embrapa Amazônia Oriental, Belém**, n. 88, 2014.
- FERREIRA, D, F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium** (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.
- FINCO, F. D. B. A.; KAMMERER, D. R.; CARLE, R.; TSENG, W. H.; BÖSER, S.; GRAEVE, L. Antioxidant activity and characterization of phenolic compounds from bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) fruit by HPLC-DAD-MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 31, p. 7665-7673, 2012.
- GUIMARÃES, A.C.G. **Potencial funcional e nutricional de farinha de jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e bacaba (*oenocarpus bacaba*)**. 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- MANHÃES L. R. T.; SABAA-SRUR A. U. O. Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Pará. **Revista Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 4, 856-863, 2011.
- MENDONÇA, M. S.; ARAÚJO, M. G. P de. A semente de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.-ARECACEAE); aspectos morfológicos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 122-124, 1999.

- MEYER, J. M. **Teor e composição de ácidos graxos de óleos de frutos de palmeiras nativas**. 2013. Tese (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41132/tde-28082013-104913/en.php>.
- MUDGIL, DEEPAK; BARAK, SHEWETA. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: a review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 61, p. 1-6, 2016. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813013003723>.
- OLIVEIRA, M. S. P.; RIOS, S. A.; Potencial econômico de algumas palmeiras nativas da Amazônia. **EMBRAPA**, UFRA, 2013.
- SAURA-CALIXTO, F. Dietary fiber as a carrier of dietary antioxidants: an essential physiological function. **Journal of agricultural and food chemistry**. V.59, p.43-49,2010. Disponível em: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf1036596>.
- SEIXAS, F. R. F.; SESQUIM, E, A, R.; RAASCH, G, S.; CINTRA, D, E. Características físico-química e perfil lipídico da bacaba proveniente da Amazônia ocidental. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 7, p. 105–116, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>>.
- SILVA, I. Q.; LOPES, A.; OLIVEIRA, B. C. F.; PENA, R. S. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.20, n.2, p.321-329, 2009.
- SILVA, M. B. de.; RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n.5, p. 551-554, 2009.
- SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia na maior região de florestas tropicais**. Petrópolis: Ed. Vozes, 72p. 1985.

Capítulo 8

Farinhas de palma (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill) e de cefalotórax de camarão (*Xiphopenaeus kroyeri*): qualidade sanitária, nutricional e compostos bioativos

Jessica Soares Ferraz¹; Fernanda Moitinho Silva¹; Maria Luísa de Oliveira Nogueira²; Luiz Eloi da Silva*³; Cassiara Camelo Eloi de Souza⁴, Marcia Elena Zanuto⁴

Resumo

A palma é uma cactácea considerada rica em nutrientes, apresentando considerável concentração de fitoquímicos, porém pouco explorada para consumo humano. O cefalotórax de camarão é um resíduo alimentar pouco aproveitado, geralmente desprezado e descartado incorretamente no meio ambiente, sendo fonte de proteínas, lipídios, minerais e carotenoides. Este trabalho buscou determinar a composição química e o teor de bioativos de cladódios de palma e cefalotórax de camarão além de avaliar microbiologicamente suas farinhas. Cladódios jovens de palma foram coletados na zona rural do município de Vitória da Conquista- BA e o cefalotórax de camarão foi obtido em Ilhéus-BA. Foram higienizados e depois, secos em estufa a 60 °C até ponto de quebra, sendo triturados para a produção de farinha. Realizou-se análise microbiológica, química e a quantificação do teor de bioativos na farinha. Dentre os resultados obtidos destacam-se nas duas farinhas o elevado teor de cinzas e a baixa concentração de lipídios. Além disso, houve concentração dos carotenoides e antocianinas totais. As análises microbiológicas (*Salmonella* sp e coliformes termotolerantes) apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Conclui-se que as farinhas de palma e cefalotórax de camarão apresentaram potencial nutricional e funcional considerável, podendo ser empregadas na elaboração de diversos produtos alimentícios.

Palavras-chave: Antioxidantes. Cactáceas. Resíduo agroindustrial. Secagem.

¹Egressos, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia

²Estudante de Nutrição, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia

³Docente, Instituto Federal da Bahia, Campus de Vitória da Conquista-BA

⁴Docentes, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia, Vitória da Conquista-BA.

*Autor para correspondência: Luiz Eloi da Silva. Email: eloicfet@gmail.com

Introdução

A palma (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill) pertence ao grupo das cactáceas e possui grande potencial de adaptação a climas extremos sendo amplamente cultivada na região Semiárida do Nordeste brasileiro. Os cladódios de palma embora possam ser consumidos *in natura* ou como ingrediente em preparações alimentícias, são comumente empregados como ração animal (FAO, 2013), provavelmente por isto são pouco explorados na dieta humana. Segundo Gusmão (2011), os brotos de palma podem ser utilizados para produção de farinhas, a fim de enriquecer alimentos pobres em fibras e em minerais ou até substituir parcialmente a farinha de trigo na elaboração de diversas preparações alimentícias além de ser acessível às classes economicamente menos favorecidas. No entanto, no Brasil, o consumo desta cactácea, na dieta humana é muito reduzido, sendo subutilizada.

A Bahia destaca-se também na produção de pescado, ocupando o terceiro lugar em termos de produção nacional de camarão. Segundo Couto *et al.*, (2013), a composição das pescarias de arrasto não é homogênea ao longo da costa baiana. Na porção sul e extremo sul do estado, a participação do camarão sete barbas pode representar até 90% de toda a captura. Os resíduos desta produção são elevados visto que parte do camarão produzido é comercializada congelada, sem o cefalotórax ou na forma de filé, podendo acarretar problemas ambientais decorrentes do descarte incorreto destes materiais (SEABRA *et al.*, 2014).

O processo de secagem é talvez o método mais antigo e amplamente utilizado para conservação de alimentos, pois o teor de umidade presente é reduzido (ONWUDE *et al.*, 2016) e consequentemente o crescimento microbiológico também. A secagem melhora o manuseio e a embalagem pós-colheita, aumenta a facilidade de transporte do produto e melhora outras operações de processamento, tais como moagem e mistura (MUJUMDAR; LAW, 2010), além de interferir na qualidade final do produto.

Portanto, a produção de farinhas possibilita diversificar, inovar e conservar os alimentos colaborando assim com o desenvolvimento tecnológico, o combate à fome, além de promover impactos significativos na economia de regiões Semiáridas, como o Nordeste. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo a obtenção e caracterização química e microbiológica das farinhas de palma e dos resíduos de camarão, a fim de diversificar o conhecimento e incentivar sua produção para elaboração de produtos alimentícios.

Material e métodos

Coleta e preparação das amostras

Os brotos de palma (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill) foram coletados na zona rural do município de Vitória da Conquista – BA e o cefalotórax de camarão sete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) foi oriundo do município de Ilhéus-BA. Os cladódios de 10 a 20 cm de comprimento foram colhidos, higienizados e sanitizados à temperatura ambiente. Os resíduos de camarão foram selecionados e armazenados sob congelamento, até o momento das análises e posterior processamento. Parte da palma e dos resíduos foi destinada às análises físico-químicas, microbiológicas e teor de bioativos e o restante, destinado à produção das farinhas.

Obtenção das farinhas

Para produção da farinha, as palmas foram cortadas manualmente, com espessura aproximada de 0,5 cm, dispostas em bandejas de aço inoxidável e levadas à estufa para secagem, à 60 °C, até ponto de quebra, o que atingiu, em média, 48 horas. Para o resíduo de camarão, também foi utilizada a temperatura de 60 °C pelo período de 20 horas. Após a secagem, as amostras foram trituradas em um liquidificador de cinco lâminas até obter-se a farinha que foi armazenada ao abrigo da luz até o momento das análises.

Análises químicas

As análises da composição físico-química foram realizadas nos brotos de palma *in natura*, no cefalotórax de camarão e em suas respectivas farinhas, compreendendo a determinação de umidade por aquecimento direto (105 °C ± 2 °C); teor de cinzas obtido por incineração em mufla, a temperatura de 550 °C; acidez total titulável determinada por titulometria com solução de NaOH 0,1N (IAL, 2008). Para determinação de lipídios totais, empregou-se a metodologia descrita por Folch; Lees e Stanley (1957).

O teor de clorofila total foi definido conforme método de Bruinsma (1963). A extração foi realizada com 10 mL de acetona (80%) seguida de centrifugação a 8.000 rpm durante 30 minutos e leitura em espectrofotômetro a 652 nm. Os carotenoides totais de ambas as amostras foram determinados segundo metodologia de Higby (1962). Inicialmente, os extratos foram preparados com

acetona a 50%, a qual foi desprezada. Em seguida macerou-se com areia calcinada, 10 mL de hexano PA e carbonato de cálcio. Posteriormente, procedeu-se a centrifugação a 8.000 rpm durante 30 minutos para palma *in natura* e cefalotórax e 10 minutos para as farinhas, seguida de leitura em espectrofotômetro a 450 nm.

Os teores de flavonoides amarelos e antocianinas totais de ambas amostras foram determinados de acordo com extração recomendada por Francis (1982). Os extratos foram preparados a partir da maceração em solução extratora (etanol PA: HCl 1,5 M - 85:15). Em seguida foi realizada a centrifugação a 8.000 rpm, durante 30 minutos para amostras *in natura* e 10 minutos para farinhas e leitura em espectrofotômetro a 374 nm e 535 nm, respectivamente. Todos os extratos permaneceram protegidos da luz durante 12 horas sob refrigeração antes da centrifugação.

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas realizadas na farinha de palma compreenderam a presença de *Salmonella sp* e contagem de coliformes termotolerantes, seguindo os métodos recomendados pela *American Public Health Association* (2001).

Análises estatísticas dos resultados

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva (média e desvio-padrão) com auxílio do programa *GraphPad Insta 3.0*

Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão presentes os dados da caracterização físico-química e do teor de compostos bioativos dos cladódios *in natura* e da farinha de palma (Figura 1a). Quanto às características físico-químicas, observa-se que a secagem promoveu redução elevada no teor de umidade o que já era esperado e concentrou principalmente o teor de cinzas, seguido pela concentração de lipídios. Elevadas concentrações de cinzas estão associadas à riqueza mineral do produto, o qual poderá ser empregado para fortificação de alimentos.

Tabela 1 - Caracterização físico-química e teor de compostos bioativos dos cladódios e da farinha de palma (*Opuntia ficus indica* L. Mill.). Vitória da Conquista, BA.

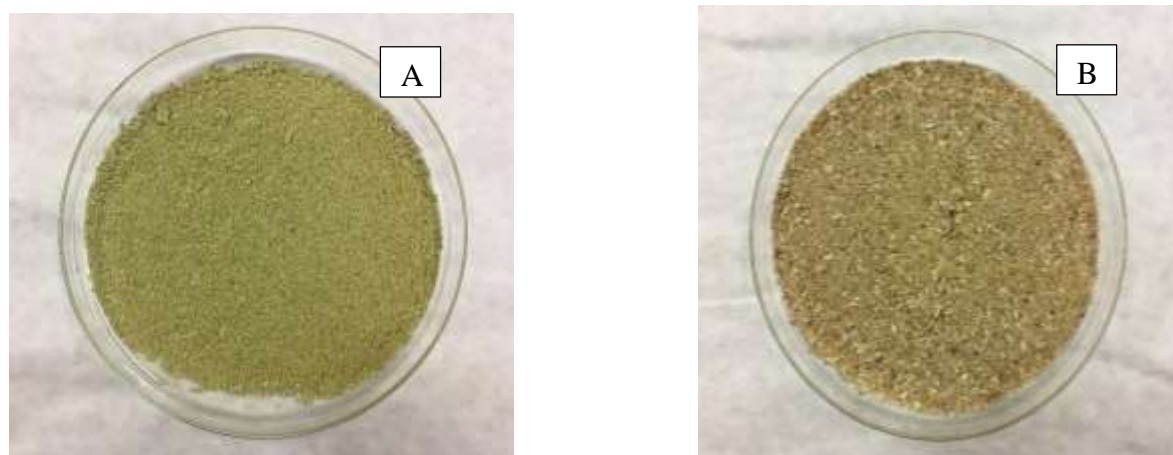
Análises	Cladódios (b.u)	Farinha de palma (b.s)
Umidade (%)	92,65±0,31	18,43±3,33
Cinzas (%)	0,60±0,07	13,15±0,05
Acidez Titulável (g. ácido cítrico.100 g ⁻¹)	0,34±0,01	0,55±0,01
Lipídios totais (%)	0,01±0,00	1,33±0,13
Carotenoides totais (mg/100g)	0,04±0,00	1,30±0,13
Clorofila total (mg/100g)	2,19±0,53	2,14±0,29
Antocianinas totais (mg/100g)	1,14±0,33	2,17±0,60
Flavonoides amarelos (mg/100g)	17,56±0,36	2,39±0,09

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: b.u corresponde à base úmida; b.s, corresponde à base seca.

Já o teor de lipídios mesmo elevado na farinha (1,33%) em relação à palma *in natura* (0,01%) ainda pode ser considerado baixo, o que é um fator positivo para auxiliar em uma possível diminuição da oxidação lipídica da farinha, como também ser de interesse de muitos consumidores que buscam alimentos com baixo teor lipídico. Quanto à acidez total titulável na farinha, mostrou-se um pouco mais elevada do que nos cladódios, fato que pode estar associado à concentração de ácidos orgânicos durante a secagem.

Figura 1 – (A) Farinha de palma gênero *Opuntia ficus indica* (L.) Mill e (B) Farinha de cefalotórax de camarão (*Xiphopenaeus kroyeri*), Vitória da Conquista – BA.



Fonte: Dos autores, 2019.

Em relação à concentração de compostos bioativos, verificou-se na farinha de palma, aumento dos carotenoides totais (1,30 mg/100g) e antocianinas totais (2,17 mg/100g) em relação à palma *in natura*. Os níveis de clorofila total foram semelhantes e os flavonoides amarelos sofreram redução na farinha. Este resultado é muito importante, mostrando que mesmo com o processamento sob forma de secagem, houve concentração da maioria dos bioativos, com exceção dos flavonoides amarelos.

Os compostos bioativos são termossensíveis e quando se eleva a temperatura de processamento, aumenta-se a probabilidade de oxidação destas moléculas. Por isto, deve-se estar atento ao binômio tempo x temperatura. Nesta pesquisa, a temperatura empregada para secagem não foi elevada, no entanto, o tempo de secagem pode ter colaborado com a redução nos teores destes fitoquímicos, sobretudo dos flavonoides amarelos. A secagem convencional com ar quente pode ser prejudicial para a retenção de compostos bioativos conforme descrito por Mujumdar e Law (2010).

Na Tabela 2 estão presentes os dados da caracterização físico-química e do teor de compostos bioativos do cefalotórax de camarão e sua respectiva farinha (Figura 1b). Observou-se tanto nas características físico-químicas, quanto em relação aos compostos bioativos, um comportamento semelhante ao verificado para farinha de palma, com redução dos teores de umidade e flavonoides amarelos. O teor de umidade da farinha de cefalotórax (8,45%) proporciona boa estabilidade durante o armazenamento deste produto.

Tabela 2 - Caracterização físico-química e teor de compostos bioativos do cefalotórax de camarão e respectiva farinha (*Xiphopenaeus kroyeri*). Vitória da Conquista, BA.

Análises	Cefalotórax(b.u)	Farinha de cefalotórax (b.s)
Umidade (%)	65,02 ± 2,26	8,45± 2,36
Cinzas (%)	14,0 ± 1,53	44,18± 0,44
Acidez Titulável (g. ácido cítrico.100 g ⁻¹)	0,16 ± 0,08	1,18± 0,0082
Lipídios totais (%)	0,11 ± 0,01	3,14± 0,027
Carotenoides totais (mg/100g)	2,73 ± 0,47	3,26 ± 0,97
Flavonoides amarelos (mg/100g)	24,40 ± 7,85	19,07± 0,33
Antocianinas totais (mg/100g)	0,64 ± 0,13	1,50 ± 1,44

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: b.u corresponde à base úmida; b.s, corresponde à base seca.

Para os demais componentes, houve concentração de nutrientes e bioativos. Ressalta-se principalmente, o elevado teor de cinzas (44,18%) e a concentração de lipídios totais (3,14%), carotenoides totais (3,26 mg/100g) e antocianinas totais (1,50 mg/100g) na farinha. Nesta farinha, a

perda de flavonoides amarelos (24,40 a 19,07 mg/100g) foi bem menor quando comparada à farinha de palma.

Estudo conduzido por Seabra *et al.* (2014) com o camarão da espécie (*Litopenaeus vannamei*), oriundo do Rio Grande do Norte, Brasil, aponta níveis de carotenoides totais nos resíduos (cefalotórax, exoesqueleto e télsons) de 31,47 a 42,74 µg/g e em sua farinha de 65,41 a 98,51 µg/g.

O aproveitamento de resíduos agroindustriais constitui-se como uma ferramenta importante no desenvolvimento de novos produtos, enriquecimento nutricional, agregação de valor e redução da poluição ambiental estando a farinha de cefalotórax de camarão envolvida neste contexto.

Na Tabela 3 estão dispostos os resultados das análises microbiológicas das farinhas de palma e do cefalotórax de camarão, os quais se encontraram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (ANVISA). Considerando o rico potencial nutricional destas espécies, o processamento em forma de farinha apresenta-se como uma técnica eficiente para manutenção da qualidade higiênico-sanitária destes produtos que podem ser utilizados em diversas preparações alimentícias, colaborando com a segurança alimentar e reduzindo a poluição ambiental.

Tabela 3 - Análises microbiológicas das farinhas de palma (*Opuntia ficus indica* L. Miller) e cefalotórax de camarão (*Xiphopenaeus kroyeri*). Vitória da Conquista, BA.

Microrganismos	Farinha de palma	Farinha de cefalotórax
Coliformes Termotolerantes	<10 ²	<10 ²
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente em 25g	Ausente em 25g

Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusão

Os resultados obtidos do presente trabalho demonstram o potencial nutricional e funcional das duas farinhas obtidas, notadamente a riqueza mineral, além da qualidade microbiológica das mesmas. As farinhas podem ser consumidas ou empregadas como ingrediente em diversos produtos alimentícios, buscando substituir parcialmente a farinha de trigo. Além disso, pode ser uma alternativa de renda e de aproveitamento de resíduos.

Agradecimentos

Ao Programa Permanecer UFBA pela concessão de bolsa de estudos para realização do projeto.

Referências

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for microbiological examination of foods**. 4^o ed. Washington: Downes FP, Ito K; 2001.
- BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls a and b in plant extracts. **Photochemistry and photobiology**, v. 2, p.241-249, 1963.
- COUTO, E.C.G; GUIMARÃES, F.J.; OLIVEIRA, C.A.M.; VASQUES, R. O´; LOPES, J.B.B.S. O camarão sete-barbas na Bahia: aspectos da sua pesca e biologia. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.39, n. 3, p. 263 – 282, 2013.
- FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497–509. 1957.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Agro-industrial utilization of cactus pear**. FAO: Rome, 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a0534e/a0534e.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2019.
- FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as Food Colors**. New York: Academic Press, p.181-207, 1982.
- GUSMÃO R. P. **Avaliação dos aspectos tecnológicos envolvidos na obtenção da farinha de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Miller)**. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.
- HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene fortified orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3 ed. São Paulo, v.1, 533p, 2008.
- MUJUMDAR, A.S.; LAW, C. L. Drying Technology: Trends and Applications in Postharvest Processing. **Food and Bioprocess Technology**, v. 3, n. 6, p. 843–852, 2010.
- ONWUDE, D. I., HASHIM, N., JANIUS, R.B.; NAWI, N.M.; ABDAN, K. Modeling the Thin-Layer Drying of Fruits and Vegetables: A Review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 15, n.3, p. 599–618. 2016.
- SEABRA, Larissa Mont'Alverne Jucá *et al.* Carotenoides totais em resíduos do camarão *Litopenaeus vannamei*. **Revista Ceres**, v. 61, n. 1, p. 130-133, 2014.

Capítulo 9

Aplicação de subprodutos do processamento de frutas na cobertura de confeitos drageados macios

Marielle Bertini Prouvot¹; Matheus Henrique Mariz de Avelar^{1*}; Kazumi Kawasaki Ramos¹;
Bianca Souza da Costa¹; Priscilla Efraim¹.

Resumo

Mundialmente, a indústria de alimentos vem seguindo as tendências globais de consumo que envolvem saudabilidade, naturalidade e sustentabilidade. Nesse contexto, as indústrias de confeitos vêm buscando a utilização de frutas nas suas formulações como alternativa aos corantes e aromatizantes sintéticos. Entretanto, o uso de subprodutos de processamento de frutas, que pode propiciar impactos positivos em relação à sustentabilidade, ainda é escasso. O objetivo deste trabalho foi contribuir com estudos relativos ao aproveitamento de subprodutos do processamento de frutas, especificamente em confeitos drageados do tipo “macio” elaborados com adição de subprodutos de uvaia, jambolão, tangerina e limão. Os confeitos produzidos foram avaliados em relação a características químicas (teor de compostos fenólicos totais, antocianinas totais e atividade antioxidante), físico-químicas e sensoriais. Os resultados revelaram que a porcentagem e tipo de resíduo influenciam diretamente nas características físico-químicas e sensoriais dos produtos formulados. Dentre os quatro confeitos formulados, os drageados de tangerina apresentaram médias estatisticamente superiores ($p < 0,05$) para a aparência e para atividade antioxidante, indicando um elevado potencial de uso.

Palavras-chave: Drageamento. Produtos Açucarados. Resíduos.

Introdução

Confeitos drageados são produtos obtidos do engrossamento contínuo e controlado de núcleos em movimento em uma drageadeira. Os drageados macios de açúcar, cujos exemplos mais comum

¹ Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas

*Autor para correspondência: matheus.hmavelar@yahoo.com.br

são os "jelly beans", se caracterizam pela produção baseada na adição alternada de uma solução de açúcar com outros ingredientes não cristalizantes e o açúcar cristal em pó, que, após o fim do processo, deve permanecer macio sobre os núcleos (GESFORD, 2004).

A busca do consumidor por produtos mais saudáveis, autênticos e naturais tem aumentado e nesse contexto a linha de confeitos com adição de frutas vem crescendo. As frutas nas formulações podem melhorá-las nutricionalmente por meio da inclusão de fibras e compostos bioativos naturais além de colorir e saborizar os produtos sem fazer necessário o uso de corantes e aromas sintéticos (SILVA *et al.*, 2016).

Entre as formas de inclusão de frutas em confeitos está o uso dos subprodutos de seu processamento, que inclui cascas, sementes e bagaço. O uso dessas partes permite o aproveitamento integral das matérias-primas, minimiza o tratamento de resíduos, além de agregar valor nutricional pela incorporação de minerais, fibras e compostos antioxidantes naturalmente presente (RAMOS *et al.*, 2017). O uso dos subprodutos de frutas pode também atribuir caráter sustentável aos confeitos devido à reutilização e agregação de valor a materiais que teriam um fim menos nobre. Todavia, os efeitos da inclusão nas formulações ainda precisam ser melhor estudados.

Dentre as frutas e os subprodutos foram escolhidas para o desenvolvimento do trabalho as cascas de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) que possuem propriedades anti-inflamatórias e elevados níveis de carotenóides e compostos fenólicos (STIEVEN *et al.*, 2009), as cascas de jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) com excelentes níveis de antocianinas (SANTIAGO *et al.*, 2016), o flavedo do limão tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka) com carotenóides, vitaminas e óleo essencial (MENDONÇA, 2006) e a casca da tangerina Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco *cv.* Ponkan) com compostos bioativos flavonóides, ácidos fenólicos e limonóides (YANG *et al.*, 2016). Estas frutas foram selecionadas em função da composição química e nutricional de seus subprodutos e em razão da variação de cor apresentadas por eles, que podem ter aplicação em diferentes confeitos.

Neste contexto, este trabalho objetivou avaliar o efeito tecnológico da inserção de resíduos de frutas em drageados macios de açúcar.

Material e métodos

Material

Açúcar cristal (União), xarope de glicose de milho (Excell 1040, Ingredion), pectina de alto teor de metoxilação (GenuPectin 121 Slow Set, CPKelco), ácido cítrico anidro (Synth), citrato de

sódio p.a. (Synth), goma-arábica (InstantgumBB, Nexira), açúcar impalpável (União), ceras de abelha e carnaúba (GM Ceras), e subprodutos de limão, tangerina, uvaia e jambolão.

Obtenção e pré-processamento dos subprodutos de frutas

Os resíduos de uvaia foram obtidos do produtor rural Sítio do Bello (Paraibuna, São Paulo, Brasil) e secos a 40 °C até peso constante (RAMOS *et al.*, 2017). Os resíduos de jambolão foram obtidos do despulpamento de frutos coletados na Universidade Estadual de Campinas (Campinas, São Paulo, Brasil) e secagem a 30 °C até peso constante. Os resíduos de tangerina e limão foram obtidos do descascamento manual de frutos adquiridos do mercado da cidade de Campinas, sendo secos a 30 °C até peso constante. Os subprodutos das frutas foram moídos em moinho de bolas (MLW KM1, Berlin) até granulometria de 0,106-0,710 µm.

Produção dos núcleos de drageamento

Os núcleos (bala de pectina) foram produzidos a partir do cozimento de sacarose (36,26 g /100 g, b.s.), xarope de glicose (19,96 g /100 g, b.s.), pectina (1,2 g /100 g, b.s.), ácido cítrico (0,4 g /100 g, b.s.) e citrato de sódio (0,13 g /100 g, b.s.) em água até 71 °Brix. A calda foi dosada em moldes de amido por sistema mogul e a secagem foi realizada em estufa com circulação forçada de ar a 35 °C por 72 h. As balas foram desmoldadas e limpas para remoção do excesso de amido.

Drageamento macio de açúcar

O drageamento consistiu das etapas de selagem (aplicação de solução de goma sobre os núcleos para proporcionar uma superfície mais uniforme e com melhor aderência à cobertura de drageamento), engrossamento (deposição alternada de açúcar cristal e solução de açúcar e outros ingredientes não cristalizantes sobre os núcleos selados afim de criar a cobertura macia de drageamento), alisamento (aplicação de solução de açúcar de menor concentração para obtenção de uma superfície uniforme no produto final) e polimento (aquisição de brilho no produto acabado). O processo de drageamento macio é descrito no Quadro 1.

Desenvolvimento dos confeitos drageados macios

Foram formulados quatro confeitos drageados, cada um com a inserção de um dos resíduos de frutas. Para definição das formulações, foram conduzidos testes preliminares para determinar a concentração de resíduos a ser adicionada no pó de secagem durante a etapa de engrossamento e em quais camadas. Foram avaliadas diferentes porcentagens de resíduo a ser misturado com sacarose e goma arábica. Conforme os resultados obtidos, foi selecionada uma composição de pó de secagem para cada fruta (Quadro 1).

Caracterização físico-química

Os confeitos foram caracterizados em relação à atividade de água (a_w) em Analisador de Atividade de Água; umidade, conforme método 920151, em estufa a vácuo (AOAC, 2006); cor instrumental determinada em colorímetro digital utilizando o sistema CIELABa; textura instrumental (dureza) por meio da compressão máxima em texturômetro (modelo TA-XT2i, (Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, England). Utilizou-se *probe* de alumínio P/25 para módulo de compressão de força, operando com velocidade de pré-teste 1 mm/s, velocidade de teste 2 mm/s, velocidade pós-teste 10 mm/s.

Determinação de atividade antioxidante e teor de compostos bioativos

Os subprodutos das frutas e seus respectivos confeitos foram submetidos a uma extração com solução etanólica 40% mantida em contato com os produtos durante uma hora sob agitação constante, seguida de centrifugação. A atividade antioxidante foi avaliada pelo método ABTS, conforme Rufino *et al.* (2010) e os resultados expressos em $\mu\text{mol Trolox/g}$. O teor total de compostos fenólicos foi determinado utilizando reagente de Folin-Ciocalteu com ácido gálico como padrão. A absorbância foi medida em espectrofotômetro a 765 nm. O resíduo e o confeito de jambolão foram analisados quanto ao teor de antocianinas totais pelo método de pH diferencial. As absorbâncias foram medidas a 510 e 700 nm, e o teor de antocianinas monoméricas foi expresso em mg equivalentes de cianidina-3-glicosídeo/g (CHAOVANALIKIT; WROLSTAD, 2004).

Quadro 1 – Etapas do drageamento macio de açúcar e composição dos pós de drageamento

Processo de Drageamento						
Etapa 1 – selagem (considerando 100g de núcleo)						
Aplicação	solução aquosa goma arábica 50% (mL)		Pó de secagem (g) (açúcar impalpável)		Tamanho de partícula (µm)	
1º	1,5		4		≤0.106	
2º	4		10		≤0.106	
Armazenamento a 25 °C/12hrs/ 60% umidade relativa						
Etapa 2 – Engrossamento (considerando 100g de núcleos selados)						
Aplicação	Xarope 66°Brix sacarose: xarope de glicose; 1:1, (mL)		Pó de secagem (sacarose) (g)		Tamanho de partícula (µm)	
1º	5		23		0.425-0.710	
2º	9		28		0.425-0.710	
3º	7		32		0.106-0.300	
4º	6		32		0.106-0.300	
			4,2 (açúcar impalpável)		≤0.106	
Etapa 3 - Alisamento (considerando 100g de núcleos engrossados)						
Aplicação	Xarope de sacarose 69 °Brix (mL)					
1º	1					
2º	0,5					
3º	0,5					
Etapa 4 – Polimento						
Fricção dos confeitos na drageadeira em com cubos de 0,5 cm ³ de cera de abelha e carnaúba (50:50) /30 minutos						
Composição dos pós de secagem da etapa de engrossamento						
Aplicação	Tamanho de partícula (µm)	Jambolão	Limão	Tangerina	Uvaia	
1º	0.425-0.710	Sacarose	Sacarose	GA: R: S (5:30:65)	GA: R: S (5:30:65)	
2º	0.425-0.710	Sacarose	Sacarose	GA: R: S (5:30:65)	GA: R: S (5:30:65)	
3º	0.106-0.300	GA: R: S (5:15:80)	GA: R: S (5:20:75)	GA: R: S (5:30:65)	GA: R: S (5:30:65)	
4º	0.106-0.300	GA: R: S (5:15:80)	GA: R: S (5:20:75)	GA: R: S (5:30:65)	GA: R: S (5:30:65)	
	≤0.106	Açúcar impalpável	Açúcar impalpável	Açúcar impalpável	Açúcar impalpável	

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: GA: Goma arábica; S: sacarose; R: resíduo.

Avaliação Sensorial

120 consumidores avaliaram sensorialmente os drageados por meio de um teste de aceitação (aprovado previamente pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas, CPEA 47862015.5.0000.5404) utilizando escala hedônica de 9 pontos (9= gostei extremamente a 1= desgostei extremamente) para os atributos de aparência, cor, aroma, sabor e textura.

Análise Estatística

Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com o pacote estatístico Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados - SISVAR.

Resultados e discussão

Caracterização físico-química

Os confeitos e suas coberturas apresentaram médias de aw ligeiramente acima do recomendado (0,50-0,65 para drageados e 0,40-0,65 para cobertura) (ERGUN *et al.*, 2010) enquanto as médias de umidade das coberturas se situaram próximas do intervalo de 3-6% comum para coberturas de drageamento macio (ERGUN *et al.*, 2010).

As diferentes médias de umidades apresentadas pelas coberturas podem estar diretamente relacionadas às características de cada resíduo, que tendem a influenciar na capacidade de absorção de umidade do xarope de engrossamento pelo pó de secagem. Todos os drageados apresentaram valores de umidade abaixo da faixa esperada de 7-10% (GESFORD, 2004), indicando uma possível maior estabilidade.

Pelos resultados, é possível verificar uma relação proporcional entre a quantidade de resíduos utilizada e a dureza instrumental, assim como entre o tipo de resíduo e o teor de umidade da cobertura. Outros estudos também já verificaram a influência direta da aplicação de resíduos de frutas nas micro e macroestruturas de confeitos. Cappa *et al.* (2014) por exemplo identificaram que embora o teor de umidade e a aw de balas de gelatina e pectina com cascas de uva em pó das balas fossem similares ao padrão, houve uma maior força para penetração das amostras na análise de textura instrumental. No presente estudo identificou-se que o tamanho das partículas também influenciou na dureza dos

produtos, sendo que drageados com partículas menores de resíduo implicaram em maiores médias devido a maior compactação na estrutura da cobertura.

Atividade antioxidante e teor de compostos bioativos

Em geral os drageados produzidos neste estudo apresentaram valores para a atividade antioxidante e teor de compostos bioativos inferiores a outros confeitos adicionados de polpas de frutas desenvolvidas em outros trabalhos (SILVA *et al.*, 2016). Os subprodutos de frutas também apresentaram médias de atividade antioxidante inferiores às de outros resíduos de frutas descritos na literatura (RAMOS *et al.*, 2017). A utilização dos resíduos no núcleo (balas de tipo goma) ou o aumento da quantidade nas coberturas seriam alternativas para aumentar o teor de compostos bioativos. No entanto, pode haver limitação em função das características sensoriais de cada resíduo.

Os drageados apresentaram retenção de antocianinas e compostos fenólicos dos respectivos resíduos após o processamento em diferentes proporções para cada fruta. Os confeitos com uvaia e tangerina apresentaram os maiores conteúdos de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, indicando uma maior funcionalidade em relação aos demais.

Análise sensorial

As médias de aceitação para os atributos aparência e cor se situaram entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” (Tabela 2). A permanência da cor característica das cascas das frutas na cobertura dos confeitos indica a possibilidade de substituição de corantes sintéticos. As coberturas elaboradas com resíduos, entretanto, apresentaram superfície rugosa mesmo após o alisamento, possivelmente pela presença de materiais fibrosos e insolúveis nos resíduos, os quais dificultam o ganho de brilho durante o polimento e podem ter contribuído para uma menor aceitação quanto à aparência dos produtos. De forma geral os confeitos com limão e tangerina apresentaram elevadas notas médias para todos os parâmetros avaliados, com diferença significativa ($p < 0,05$), indicando potencial de uso destes subprodutos.

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos, atividade antioxidante e teor de compostos bioativos dos confeitos drageados desenvolvidos

Parâmetros Físico-Químicos						
Parâmetros		Jambolão	Limão	Tangerina	Uvaia	Média Geral
Aw da cobertura		0,687 ±0,000 d	0,707±0,000 b	0,696 0,000 c	0,712 ±0,000 a	0,700
Aw do confeito		0,680 ±0,000 c	0,701 ±0,000 a	0,693 0,001 b	0,700 ±0,000 a	0,694
Cor	L	19,383 ±1,050 c	47,303 ±0,980 a	48,763 ±1,740 a	23,683 ±1,960 b	34,783
	a	7,480 ±0,360 c	0,433 ±0,100 d	18,763 ±0,803 a	9,303 ±0,390 b	9,043
	b	2,430 ±0,430 d	36,866 ±1,110 b	52,510 ±1,638 a	13,376 ±0,500 c	26,295
Dureza		18,230 ±6,764 b	32,646 ±7,000 c	18,776 ±2,922 b	18,816 ±4,060 b	22,117
Umidade da cobertura		3,260 ± 0,176 bc	3,000 ±0,456 c	6,520 ±0,511 a	4,410 ±0,613 b	4,290
Umidade do confeito		4,250 ± 0,165 b	4,480 ±0,610 b	4,580 ±1,170 b	5,900 ±0,127 b	4,800
Teor de compostos bioativos e atividade antioxidante						
		Jambolão	Limão	Tangerina	Uvaia	
Compostos Fenólicos Totais (mg ácido gálico/g b.s.)	Resíduo	22,45 ± 0,87 a	14,91 ± 0,96 a	22,58 ± 0,96 a	12,34 ± 0,40 c	
	Confeito	0,87 ± 0,06 e	0,60 ±0,06 e	1,13 ±0,05 e	1,95 ± 0,10 d	
Teor de antocianinas totais (mg cianidina-3-glicosídeo /g b.s.)	Resíduo	42,16 ± 0,03 b	-	-	-	
	Confeito	0,06 ± 0,01 a	-	-	-	
Atividade Antioxidantes (µmol Trolox/g b.s.)	Resíduo	195,42 ± 10,98 a	77,77 ±3,12 c	178,02 ±13,56 b	45,92 ± 1,75 d	
	Confeito	3,46 ± 0,23 ef	1,08 ± 0,14 f	178,02 ±13,56 b	12,61 ± 1,56 e	

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: Aw: Atividade de água; b.s: base seca, g: grama

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na mesma linha (comparação entre os tratamentos) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 2 – Médias de aceitação dos atributos sensoriais dos confeitos drageados desenvolvidos

Parâmetros	Jambolão	Limão	Tangerina	Uvaia	Média Geral
Aparência	6,00 ±1,62 b	6,16 ±1,68 b	7,00 ±1,67 a	6,00 ±1,68 b	6,29
Cor	6,00 ±1,67 ab	6,33 ±1,89 ab	7,00 ±1,61 a	5,33 ±1,72 b	6,16
Aroma	5,00 ±1,03 a	5,66 ±1,30 a	5,00 ±0,87 a	5,00 ±0,86 a	5,16
Sabor	4,50 ±2,12 b	7,00 ±2,24 a	5,66 ±2,18 ab	5,50 ±2,17 ab	5,66
Textura	4,33 ± 2,15 b	5,66 ± 1,96 a	6,00 ± 2,08 a	5,33 ± 2,00 a	5,33

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na mesma linha (comparação entre os tratamentos) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Conclusão

Os subprodutos do processamento de frutas se apresentam como ingredientes alternativos viáveis na fabricação de drageados macios. A sua composição interfere diretamente nas características físico-químicas e sensoriais dos confeitos obtidos. Dos resíduos avaliados, a tangerina permitiu obter drageados aceitos sensorialmente e de maior atividade antioxidante bioativa.

Referências

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis (17. Ed)**. Gaithersburg, 2006.
- CAPPA, C.; LAVELLI, V.; MARIOTTI, M. Fruit candies enriched with grape skin powders: Physicochemical properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, p. 569-575, 2014.
- CHAOVANALIKIT, A.; WROLSTAD, R. Total Anthocyanins and Total Phenolics of Fresh and Processed Cherries and Their Antioxidant Properties. **Food Chemistry and Toxicology**, v. 69, p 0–5, 2004.
- ERGUN, R.; LIETHA, R.; HARTEL, R. W. Moisture and Shelf Life in Sugar Confections. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, n. 50, p. 162–192, 2010.
- GESFORD, P. Soft Panning. *The Manufacturing Confectioner*, v. 8, p. 31-38, 2004
- MENDONÇA, L. M. V. L.; CONCEIÇÃO, A.; PIEDADE, J. & THEODORO, V. C. A. Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão tahiti (*Citrus latifolia tanaka*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, p. 870-874, 2006.
- RAMOS, K. K.; LESSIO, B. C.; MECE, A. L. B. & EFRAIM, P. Mathematical modeling of uvaia by product drying and evaluation of quality parameters. **Food Science and Biotechnology**, v. 26, p. 643–651, 2017.
- RUFINO, M. D. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. & FILHO, J. M. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996–1002, 2010.
- SANTIAGO, M. C. P. A.; GOUVÊA, A. C. M. S.; PEIXOTO, F. M.; BORGUINI, R. G.; GODOY, R. L. O.; PACHECO, S.; NASCIMENTO, L. S. M. & NOGUEIRA, R. I. Characterization of jamelão

(*Syzygium cumini* (L.) Skeels) fruit peel powder for use as natural colorant. **Fruits**, v. 71, p. 3–8, 2016.

SILVA, L. B.; ANNETTA, F. E.; ALVES, A.B.; QUEIROZ, M. B.; FADINI, A. L.; SILVA, M. G.; EFRAIM, P. Effect of differently processed açai (*Euterpe oleracea* Mart.) on the retention of phenolics and anthocyanins in chewy candies. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51, p. 2603-2612, 2016.

STIEVEN, A. C; MOREIRA, J. J. S. & SILVA, C. F. Óleos essenciais de uvaia (*Eugenia Pyriformis* Cambess): avaliação das atividades microbiana e antioxidante. **Eclética Química**, v. 34, p. 7-13, 2009.

YANG, Y.; ZHAO, X. J.; PAN, Y. & ZHOU, Z. Identification of the chemical compositions of Ponkan peel by ultra performance liquid chromatography coupled with quadrupole time-of-flight mass spectrometry. **Analytical Methods**, v. 4, p. 893-903, 2016.

Capítulo 10

Efeito da funcionalização do carvão ativado obtido a partir das bainhas do palmito da pupunha na imobilização de lipase

Mylena Junqueira Pinto Brito*¹; Jéssica Ferreira Borges²; Márcia Soares Gonçalves³; Mateus Pereira Flores Santos¹; Leandro Soares Santos⁴, Cristiane Martins Veloso⁵

Resumo

Este trabalho teve como objetivo imobilizar lipase por adsorção e ligação covalente, empregando como suportes carvão ativado (CA) e carvão funcionalizado (CF), respectivamente. As bainhas do palmito pupunha foram utilizadas com material precursor de carbono na síntese do carvão ativado, sendo o mesmo funcionalizado pelo método do glutaraldeído. Foi avaliado o efeito do pH do meio na capacidade de imobilização da lipase nas diferentes matrizes, assim como na atividade hidrolítica dos derivados obtidos. O CA apresentou uma elevada área superficial e diâmetro médio dos poros acessível a enzima. A funcionalização por sua vez, promoveu uma redução da porosidade e área superficial do material de origem. Os resultados mostram que ambos suportes apresentaram uma elevada capacidade de imobilização da lipase, no entanto as enzimas imobilizadas por ligação covalente apresentam maior atividade hidrolítica que as enzimas imobilizadas pela técnica de adsorção.

Palavras-chave: biocatalisadores. glutaraldeído. reaproveitamento de resíduos. suportes porosos

Introdução

As lipases (triacilglicerol acilhidrolases, E.C.3.1.1.3), compreendem um grupo de enzimas hidrolíticas que atuam geralmente na interface orgânico-aquosa, catalisando a hidrólise e a síntese de

¹ Doutorando em Engenharia e Ciência de Alimentos, Laboratório de Engenharia de Processos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

² Graduanda em Engenharia de Alimentos, Laboratório de Engenharia de Processos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

³ Doutorando em Engenharia e Ciência de Alimentos, Laboratório de Engenharia de Processos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

⁴ Professor assistente, Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

⁵ Professor Adjunto, Departamento de Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

* Autor para correspondência: mylena_junqueira@hotmail.com

ésteres formados por glicerol e ácidos graxos de cadeia longa (LIMA *et al.*, 2019). A versatilidade dessas enzimas permite que as mesmas sejam selecionadas para aplicações potenciais em diversos setores, como na formulação de detergentes, na indústria de alimentos, oleoquímica, na síntese de aromas e de biosurfactantes, como biossensores, entre outros (BRITO *et al.*, 2017; GAO *et al.*, 2018).

Apesar da alta eficiência catalítica da lipase, seu uso na forma livre torna-se limitado devido ao custo, principalmente em função da impossibilidade de reutilização e da sua baixa estabilidade térmica e química. Uma alternativa para solucionar essas dificuldades é a utilização da enzima em sua forma imobilizada. Lipases podem ser imobilizadas por diferentes métodos, tais como adsorção física, encapsulação, ligação covalente ou por reticulação (BARBOSA *et al.*, 2013; ALVES *et al.*, 2017). A adsorção é um método simples e muito empregado para imobilização de enzimas. Neste método, as enzimas são imobilizadas no suporte por meio de ligações como interações hidrofóbicas, forças de Van der Waals, ligações de hidrogênio e interações iônicas (Jesionowski *et al.*, 2014). As principais vantagens da imobilização por adsorção residem na facilidade e simplicidade da técnica e no baixo custo associado a não necessidade de ativação do suporte e na possibilidade de reutilização do suporte após vários ciclos (DHAWANE *et al.*, 2018; LIMA *et al.*, 2019).

Outro método muito comum de imobilização de lipases é por formação de ligações covalentes entre os grupos funcionais do suporte e da enzima. Os grupos amino da enzima são preferencialmente utilizados para a imobilização covalente com a matriz. Na imobilização por ligação covalente, a ocorrência de dessorção da enzima durante as reações catalíticas é reduzida devido à forte ligação entre a enzima e a matriz. Este tipo de imobilização geralmente requer a ativação do suporte e confere uma significativa melhoria na estabilidade da enzima quando comparada a imobilização por adsorção (RAMANI *et al.*, 2012; BARBOSA *et al.*, 2013).

Além do método empregado, o suporte utilizado no processo de imobilização também exerce contribuição importante para o bom desempenho da enzima imobilizada. Atualmente muitos estudos vêm sendo direcionados para a produção de matrizes para serem empregados na imobilização de enzimas (GAO *et al.*, 2018). Destaque em especial é dado aos materiais porosos por apresentarem características desejáveis para imobilização. Como exemplo, tem-se o carvão ativado (CA), que tem se destacado como suporte para imobilização enzimática (BRITO *et al.*, 2017; DHAWANE *et al.*, 2018).

O carvão ativado é um material carbonáceo caracterizados por possuir uma elevada área superficial, porosidade altamente desenvolvida, elevada estabilidade química, e vários grupos funcionais sobre a superfície, características essas que favorecem o processo de imobilização (GONZÁLEZ-GARCÍA, 2018). Os precursores empregados em sua produção são materiais que

possuem alto teor de carbono e baixo teor de compostos inorgânicos, características essas presente em vários resíduos agroindustriais. Os resíduos agroindustriais são considerados insumos importantes para a preparação de carvões ativados, pois além de apresentarem em sua composição um elevado teor de matérias voláteis, que permite a obtenção de um material com uma estrutura altamente porosa, são matérias primas de baixo custo e renováveis (BRITO *et al.*, 2018). Em virtude do exposto, este trabalho teve como objetivo imobilizar lipase por adsorção e ligação covalente, utilizando como suporte carvão ativado sintetizado a partir das bainhas do palmito da pupunha.

Material e métodos

Resíduos oriundos da produção do palmito pupunha (*Bactris gasipaes*), doados por uma agroindústria situada no estado da Bahia-Brasil, foram utilizados como precursor de carbono para a produção dos carvões ativados. As bainhas do palmito de pupunha foram lavadas em água corrente, secas em estufa a 105 °C por 24 h, triturados em moinho e peneirados em uma peneira de 420 µm. O material precursor particulado apresentou em sua composição mássica (base seca) 4,49% de cinzas, 12,72% de lignina, 47,29% de celulose e 12,29% de hemicelulose.

O precursor de carbono (50 g) foi impregnado com ácido fosfórico (Synth, 85% m/m) na razão mássica de impregnação 3:1 (massa de ativante/massa do precursor) e seco em estufa (TECNAL, modelo: 393-1) a 105 °C por 24 h. Em seguida o material foi carbonizado em forno mufla (EDG 3P-S, modelo 3000), sob fluxo de nitrogênio (50 mL min⁻¹) com taxa de aquecimento de 5 °C min⁻¹ até a temperatura final de 500 °C, mantida constante por 75 min. O carvão ativado (CA) obtido foi lavado com água quente até que o pH 7,0 fosse alcançado. Em seguida, foi seco em estufa a 105 °C por 24 h e peneirados em uma peneira de 420 µm. A funcionalização do CA foi feita utilizando o glutaraldeído como agente de ativação de acordo com metodologia proposta por Ramani *et al* (2012).

As isotermas de adsorção e dessorção do carvão ativado e funcionalizado foram obtidas em um equipamento Micromeritics modelo ASAP 2420 (Micromeritics Instrument Corporation, Norcross, GA 30093 USA), utilizando aproximadamente 0,20 g de amostra, de acordo com metodologia descrita por Brito *et al.* (2017).

Com o intuito de avaliar a influência do pH do meio reacional no processo de imobilização de lipase nos diferentes suportes (CA e CF) realizou-se a imobilização partindo-se de uma solução inicial de lipase (*Lipase from porcine pancreas type II*, Sigma-Aldrich; CAS number: 9001-62-1) com 6000 mg L⁻¹, em diferentes valores de pH (3,0, 4,0, 5,0, 6,0, 7,0 e 8,0). O ajuste do pH foi realizado com adição de solução tampão acetato de sódio (0,1 mol L⁻¹) e ácido acético (0,1 mol L⁻¹). Alíquotas de 5

mL da solução de lipase, em cada pH avaliado, foram adicionados em tubos contendo aproximadamente 0,1 g do suporte. Os tubos foram mantidos sob agitação constante (20 rpm) em um agitador orbital à temperatura ambiente, durante 120 min e em seguida levados para centrifugação (3500 rpm/10min). A concentração de proteína no sobrenadante foi determinada pelo método de Bradford (1976), em comprimento de onda de 595 nm, utilizando uma curva de calibração padrão de BSA. A partir da diferença entre a quantidade inicial e final de proteínas, determinou-se a capacidade de imobilização (C_{Imo}) do suporte utilizando-se a Equação 1. A atividade **hidrolítica** das enzimas solúveis e imobilizadas foi determinada pelo método de hidrólise da emulsão de azeite de oliva conforme metodologia adaptada de Soares *et al.* (1999).

$$C_{Imo} = \frac{VC_{in} - VC}{m_{ads}} \quad (1)$$

Em que: C_{Imo} é a capacidade adsortiva ou capacidade de imobilização ($mg\ g^{-1}$), V é o volume de solução (mL), C_{in} concentração inicial da solução ($mg\ L^{-1}$), C é a concentração da solução ($mg\ L^{-1}$) no equilíbrio e m_{ads} é a massa do adsorvente (g).

Resultados e discussão

Caracterizações do carvão ativado e do carvão funcionalizado

Os parâmetros texturais dos adsorventes estão sumarizados na Tabela 1. Observa-se que o carvão ativado apresenta uma elevada área superficial, resultado este que pode ser atribuído tanto a natureza do material precursor de carbono quanto ao mecanismo de ativação do ácido fosfórico. Sabe-se que materiais lignocelulosicos que apresentam em sua composição um maior teor de celulose, como as bainhas do palmito da pupunha, tendem a originar carvões ativados com elevada área superficial, uma vez que apresentam menor resistência a degradação térmica, quando comparados com materiais com elevado teor de lignina (GONZÁLEZ-GARCÍA, 2018). Além disso, tem sido proposto que a ativação com ácido fosfórico promove a formação de ligações de éster de fosfato entre cadeias de celulose e é considerada a principal contribuinte para o aumento do volume da estrutura de carbono, uma vez que esses vínculos são baseados na inserção de moléculas de ácido fosfórico entre as cadeias de celulose, separando-os ainda mais, como reportado detalhadamente em estudos anteriores (BRITO et al, 2017; BRITO et al, 2018).

Tabela 1 - Propriedades texturais dos suportes.

Amostra	Área superficial (m ² g ⁻¹)	Diâmetro dos poros (nm) ^a	Volume de mesoporos (cm ³ g ⁻¹)	Volume de microporos (cm ³ g ⁻¹)
CA	1260	6,50	1,045	0,092
CF	340	15,03	1,137	0,000

Fonte: Dos autores, 2019.

^aMáximo da distribuição de tamanho de poro.

Após o processo de funcionalização, uma acentuada redução na área superficial foi observada, comportamento esse atribuído a incorporação de braços espaçadores amino-aldeídos (Am-Al) inseridos em função da funcionalização do carvão ativado com gluteraldeído. Observa-se ainda que tal processo originou um suporte com maior volume de mesoporos, como consequência da obstrução dos microporos durante a inserção dos braços espaçadores, assim como, um significativo aumento no diâmetro médio dos poros, podendo estar relacionado com a distância entre os espaçadores inseridos (RAMANI *et al.*, 2012).

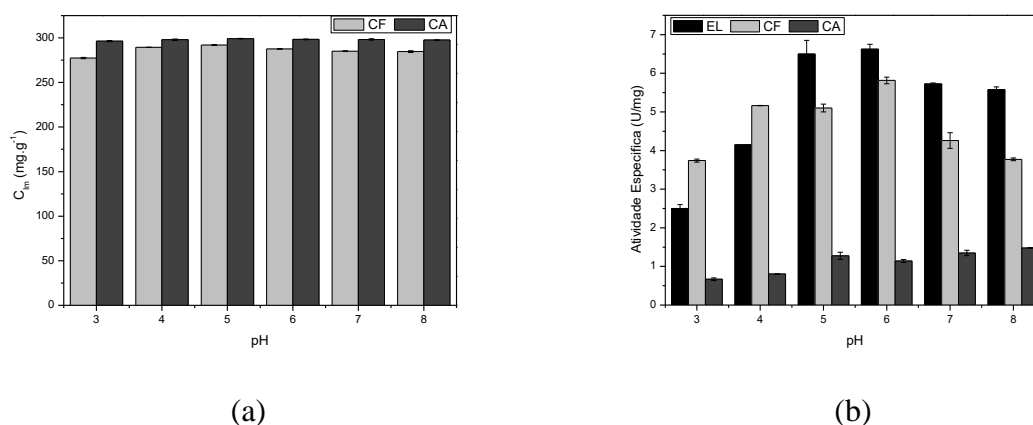
Avaliação da influência do pH no processo de imobilização

Na Figura 1 (a) e (b) estão apresentados os resultados da influência do pH na capacidade de imobilização (C_{Im}) e na atividade da específica da lipase em solução e imobilizada, respectivamente. Ao avaliar a Figura 1(a) observa-se não foi verificada grandes diferenças na capacidade de imobilização dos suportes com a variação do pH da solução inicial, evidenciando assim as que interações hidrofóbicas governaram o processo de imobilização da enzima (ALVES *et al.*, 2017).

Ao avaliar a Figura 1(b), observa-se que a enzima livre apresentou máxima atividade hidrolítica na faixa de pH de 5,0 a 6,0, comportamento esse que foi mantido para a enzima imobilizada em ambos suportes. Além disso, pode-se verificar que apesar da faixa de pH ótimo ter sido mantido, a enzima solúvel apresentou maiores valores de atividade específica, quando comparada com a forma imobilizada, na maioria dos ensaios. Sabe-se que quando a enzima é ligada a um suporte inerte, ela fica sujeita a uma vizinhança, o que não ocorre quando está no seu estado livre. Os efeitos da vizinhança, que dependem da natureza física e química do suporte, podem acarretar uma distribuição desigual do substrato, produto e cofatores entre a região vizinha do sistema imobilizado e o resto da

solução, promovendo alterações da atividade específica da enzima. Aliado a esse fator, ao se ligar ao suporte a enzima pode sofrer alguma mudança na conformação, o que poderá afetar sua eficiência catalítica (MATEO *et al.*, 2007). Comportamento oposto foi observado para enzima imobilizada por ligação covalente em pH 3,0 e 4,0, onde as mesmas apresentaram maior atividade hidrolítica que a enzima em solução, evidenciando que a interação entre os grupos funcionais da lipase e grupos reativos do suporte, podem ter promovido modificações da estrutura conformacional da mesma que favoreceram a maior ativação interfacial aumentando com isso atividade enzimática (GAO *et al.*, 2018).

Figura 1 - Efeito do pH da solução inicial de enzima na capacidade de imobilização dos suportes (a) e na atividade hidrolítica da lipase em solução (EL) e lipase imobilizada no carvão ativado (CA) e no carvão funcionalizado (CF). Condições: concentração inicial de proteína de 6000 mg L⁻¹ e T = 30 °C, tempo de contato 120 min.



Fonte: Dos autores, 2019.

Ao comparar os métodos de imobilização, observa-se uma maior atividade específica na enzima imobilizada pela técnica da ligação covalente. Este comportamento pode ser explicado pelo fato de que as enzimas imobilizadas no carvão funcionalizado se encontram na superfície do suporte, ligadas pelos braços espaçadores, deixando o seu sítio catalítico mais disponível, facilitando seu acesso ao substrato (RAMANI *et al.*, 2012; BARBOSA *et al.*, 2013). Já na imobilização da enzima por adsorção, observou-se que apesar da grande quantidade de enzima presente no suporte, a maioria destas está inativa ou perdeu atividade. A partir desses resultados é possível inferir que as enzimas ficaram confinadas em grande extensão no interior dos poros, o que dificultou assim a ação da enzima (DHAWANE *et al.*, 2018).

Conclusão

Os suportes produzidos a partir das bainhas do palmito da pupunha, apresentam características químicas e texturais que favoreceram o processo de imobilização da lipase. O carvão ativado apresentou uma elevada área superficial e diâmetro médios de poros que permitem tanto a acomodação da enzima, quanto o acesso do substrato e difusão dos produtos no processo de hidrólise. A funcionalização do carvão ativado, pelo método do glutaraldeído, promoveu a modificação da superfície do carvão ativado que foram identificados pela redução da área superficial da matriz. Ambos suportes apresentaram uma boa capacidade de imobilização da enzima, no entanto as enzimas imobilizadas por ligação covalente apresentam maior atividade hidrolítica que as imobilizadas por adsorção, evidenciado que nesta amostra grande parte das mesmas estão inativas ou perderam a atividade.

Referências

- ALVES, M. D.; ARACRI, F. M.; CREN, É. C.; MENDES, A. A. Isotherm, kinetic, mechanism and thermodynamic studies of adsorption of a microbial lipase on a mesoporous and hydrophobic resin. **Chemical Engineering Journal**, v. 3111, p. 1-12, 2017.
- BARBOSA, O.; TORRES, R.; ORTIZ, C.; BERENQUER-MURCIA, Á.; RODRIGUES, R. C.; FERNANDEZ-LAFUENTE, R. Heterofunctional Supports in Enzyme Immobilization: From Traditional Immobilization Protocols to Opportunities in Tuning Enzyme Properties. **Biomacromolecules**, v.14, p. 2433-2462, 2013.
- BRADFORD, M. M. A. Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.
- BRITO, M. J. P.; VELOSO, C. M.; BONOMO, R. C. F.; FONTAN, R. C. I.; SANTOS, L. S.; MONTEIRO, K. A. Activated carbons preparation from yellow mombin fruit stones for lipase immobilization. **Fuel Processing Technology**, v.156, p. 421-428, 2017.
- BRITO, M. J. P.; VELOSO, C. M.; SANTOS, L. S.; BONOMO, R. C. F.; FONTAN, R. C. I. Adsorption of the textile dye Dianix® royal blue CC onto carbons obtained from yellow mombin fruit stones and activated with KOH and H₃PO₄: kinetics, adsorption equilibrium and thermodynamic studies. **Powder Technology**, v. 339, p.334-343, 2018.
- DHAWANE, S. H.; KUMAR, T.; HALDER, G. Process optimisation and parametric effects on synthesis of lipase immobilised carbonaceous catalyst for conversion of rubber seed oil to biodiesel. **Energy Conversion and Management**, v. 176, p. 55-68, 2018.
- GAO, Z.; CHU, J.; JIANG, T.; XU, T.; WU, B.; HE, B. Lipase immobilization on functionalized mesoporous TiO₂: Specific adsorption, hyperactivation and application in cinnamyl acetate synthesis. **Process Biochemistry**, v. 64, p. 152-159, 2018.

GONZÁLEZ-GARCÍA, P. Activated carbon from lignocellulosics precursors: A review of the synthesis methods, characterization techniques and applications. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 82, p. 1393-1414, 2018.

LIMA, R. N.; ANJOS, C. S.; OROZCO, E. V. M.; PORTO, A. L. M. Versatility of *Candida antarctica* lipase in the amide bond formation applied in organic synthesis and biotechnological processes. **Molecular Catalysis**, v. 466 p. 75-105, 2019.

MATEO, C.; PALOMO, J. M.; FERNANDEZ-LORENTE, G.; GUISAN, J. M.; FERNANDEZ-LAFUENTE, R. Improvement of enzyme activity, stability and selectivity via immobilization techniques. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 40, p. 1451-1463, 2007.

RAMANI, K.; KARTHIKEYAN, S.; BOOPATHY, R.; KENNEDY, L.; MANDAL, A.B.; SEKARAN, G. Mesoporous activated carbon surface functionalized for the immobilization of lipase and its application acidic hydrolysis waste oil prepared: Isotherm and kinetic studies. **Process Biochemistry**, v. 47, p. 435-445, 2012.

SOARES, C. M. F.; DE CASTRO, H. F.; DE MORAES, F. F.; ZANIN, G. M. Characterization and utilization of *Candida rugosa* lipase immobilized on controlled pore silica. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 79, p. 745-757, 1999.

Capítulo 11

Produção de biocarvão ativado a partir de resíduos vegetais do restaurante universitário da UFMG

Maria Luiza Duarte Fonseca *¹; Ana Flavia Campos Santos¹, Gabriel Sthefano Lourenço Pereira¹;
Fabio Gomes de Matos²; Fernando Colen³; Claudia Regina Vieira⁴

Resumo

A industrialização promove a geração de resíduos. Assim, destaca-se o elevado volume com desperdícios oriundos da produção de alimentos de origem vegetal. Tais resíduos são constituídos, principalmente, de material orgânico, o que favorece a produção de carvão ativado. Desta forma, o objetivo do presente trabalho consistiu em produzir carvões ativados a partir de resíduos vegetais e analisar a ativação do mesmo com ácido fosfórico (H_3PO_4) e acetato de sódio nos tempos de residência de 15 e 30 minutos. Os resíduos foram coletados no restaurante da UFMG – Montes Claros e preparados empregando etapas sequenciais de trituração (resíduo úmido), secagem a 105 °C até peso constante, trituração (resíduo seco), peneiramento, ativação por 12 horas com agitação mecânica, secagem, pirólise, lavagem, filtração e secagem final a 105 °C. Para verificação da ativação do biocarvão, determinou-se o índice de azul de metileno (IAM) e número de iodo (NI), além do rendimento da produção de biocarvão ativado (BCA). O experimento foi delineamento em fatorial 2x2, sendo dois tempos de residência e dois materiais de ativação, ácido fosfórico e acetato sódio e, analisado estatisticamente pelo teste F e Tukey a 5% de significância. Observou-se que o tipo de reagente interferiu na ativação do carvão, sendo que o H_3PO_4 apresentou maior percentual de adsorção do IAM e NI. Quanto a variável tempo residência de pirólise, notou-se que para 30 minutos, houve influência somente no IAM. Dessa forma, conclui-se que a elaboração de BCA a partir de resíduos vegetais é promissora para processos de adsorção.

Palavras-chave: Acetado de sódio. Ácido fosfórico. Adsorção. Índice de azul de metileno. Número de Iodo.

¹ Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG

² Técnico Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG

³ Professor Associado II do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG

⁴ Professora Adjunto do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG

*Autor para correspondência: malu12duarte@gmail.com

Introdução

Os resíduos industriais contribuem para a poluição das águas, solos e ar, sendo que, as principais fontes dessa poluição são devido ao descarte inadequado de resíduos industriais, sanitários, agrícolas entre outros. Além disso, inúmeras doenças no Brasil estão relacionadas à água contaminada, uma vez que ocorre descarte de materiais tóxicos no meio ambiente sem o devido tratamento (BHATNAGAR; SILLANPAA, 2010). Desse modo, deve-se destacar que efluentes como os têxteis, ao serem lançados nos corpos hídricos causam alteração da cor, devido a presença de corantes que não se fixaram em tecidos durante o tingimento prejudicando o meio ambiente (COSTA; FURMANSKI; DOMINGUINI, 2015).

Na produção de alimentos de origem vegetal há ocorrência de inúmeras perdas devido à fatores como amadurecimento, colheita tardia, excesso de chuva, seca, armazenamento inadequado, desperdício da não utilização integral de alimentos entre outros (DAMIANI *et al.*, 2011). Esses fatores geram um grande volume de resíduos que são descartados inapropriadamente, gerando poluição. Dessa maneira, a utilização de tais resíduos na produção de biocarvão ativado (BCA) é benéfica por minimizar possíveis impactos desse material no meio ambiente e por ser um processo alternativo de reutilização dos mesmos.

Os carvões ativados são produtos obtidos da pirólise de matéria orgânica, possuem estrutura porosa, altas áreas de superfície específica e elevada capacidade de sorção. As propriedades texturais e de superfície são influenciadas pelo material precursor e pelo método de preparação. Além disso, a capacidade de adsorção é dependente da área específica do mesmo, do tamanho do poro e dos grupos funcionais e de superfície existentes (DURAL *et al.*, 2011).

A elaboração de BCA pode ser realizada a partir de qualquer substância orgânica que possua elevado teor de carbono. Assim, materiais constituídos por pectinas, ligninas, hemicelulose e celulose, quando ativados por método químico podem produzir carvões ativados com alta porosidade por sofrerem hidrólise, desidratação e condensação (LINHARES; MARCÍLIO; MELO, 2016).

A adsorção pode ser definida como operação de transferência de massa do tipo sólido – fluido, a qual permite a concentração de substâncias existentes em soluções líquidas ou gasosas na sua superfície possibilitando a separação de componentes. Dessa maneira, a quantidade total adsorvida varia de acordo com a superfície do sólido. É importante ressaltar, que o BCA possui várias aplicações na indústria, dentre elas, o branqueamento de soluções de açúcar; óleos vegetais e minerais; recuperação de vitaminas em mostos de fermentação; remoção de contaminantes industriais entre outros (MORAIS, 2014). Além do mais, a adsorção por meio da utilização de BCA proveniente de

resíduos é considerada de baixo custo e possui desempenho melhor em relação a outras metodologias, pois possibilita a reutilização de água após sua purificação (COSTA; FURMANSKI; DOMINGUINI, 2015).

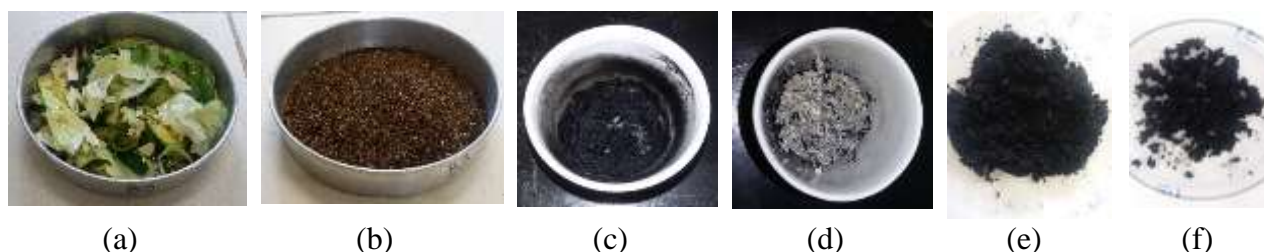
Portanto, o objetivo do presente trabalho consistiu na produção de carvões ativados a partir de resíduos vegetais utilizando ácido fosfórico e acetato de sódio como agentes de ativação, em dois tempos de residência para a pirólise.

Material e métodos

Elaboração do biocarvão ativado

Os resíduos de vegetais utilizados para a elaboração do carvão foram recolhidos no restaurante universitário, do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG localizado em Montes Claros – MG. Na Figura 1 estão apresentadas ilustrações das etapas do processo de produção do biocarvão ativado (BCA).

Figura 1 – Etapas da produção de biocarvão



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: a: resíduo úmido; b: resíduo seco triturado e peneirado; c: biocarvão carbonizado com ácido fosfórico, d: biocarvão carbonizado com acetato de sódio; e: biocarvão final ativado com ácido fosfórico; f: biocarvão final ativado com acetato de sódio.

Os resíduos (Figura 1-a) foram inicialmente triturados em multiprocessador de modo a aumentar a superfície de contato e direcionados para a secagem em estufa a 105 °C por 24 horas. Após a secagem as amostras foram novamente trituradas em multiprocessador e peneiradas em peneira de 10 mesh (Figura 1-b). Em seguida, as amostras foram impregnadas com uma solução comercial de H_3PO_4 85% (em massa) P.A., a qual foi diluída para 28% em massa com o intuito de ativar o material sendo o processo realizado na proporção de 1:10. Para ativação com acetato de sódio foi utilizada uma proporção de 300% (m/m) de ativante por amostra. Foi utilizada uma solução de 3% de acetato sódio a partir de uma solução estoque de 6%. O processo de ativação foi feito em

duplicata utilizando agitador orbital durante 12 horas para efetuar a homogeneização das amostras. Após a impregnação as amostras foram secas em estufa a 105 °C durante 12 horas antes de seguirem para a etapa de pirólise.

A pirólise das amostras foi efetuada em mufla à temperatura de 500°C, com tempos de residência de 15 e 30 minutos e executada em 2 repetições, de acordo com as amostras obtidas no processo de ativação. Foram realizadas duas lavagens de cada amostra de carvão produzida, sendo a primeira, a temperatura ambiente e a segunda lavagem, em agitador orbital durante 30 minutos, com água aquecida e, em seguida as amostras foram filtradas. Tais lavagens, tem como finalidade desobstruir os poros do BCA e remover o ativante da superfície do mesmo. Assim, as amostras foram direcionadas novamente para secagem em estufa durante 12 horas a temperatura de 105°C.

Analisou-se o rendimento dos carvões a partir da massa inicial do precursor seco e peneirado e a massa final de BCA após ser lavado e seco.

Avaliação da adsorção

Foi realizada a análise do Índice de Azul de Metileno (IAM) segundo a metodologia empregada por Mocelin (2007) com adaptações. Assim, 0,5 g de BCA foi colocado em 200 mL de solução de azul de metileno com concentração de 57 mg/L (obtida a partir de uma solução inicial de 1,14 g/L) em erlenmeyer. Esse conjunto foi submetido à agitação por 60 minutos em mesa agitadora, sendo previamente efetuada a construção da curva de calibração conforme metodologia de Mocelin (2007). Após a adsorção, a solução foi filtrada e pipetou-se 1 mL da solução em balão volumétrico de 100 mL e determinou-se a concentração em espectrofotômetro da marca Shimadzu com comprimento de onda de 624 nm.

A análise do Número de Iodo (NI) baseou-se na metodologia descrita por Moraes (2014) com adaptações. Dessa maneira, foram inseridos 0,5 g de BCA em erlenmeyers contendo 50 ml de solução de iodo (I₂) a 0,1 mol/L, os mesmos foram levados para agitação por 15 min em mesa agitadora e filtrados. Logo, foi possível determinar a concentração remanescente de iodo através de titulação com solução de tiosulfato de sódio 0,5 mol/L. Para o cálculo do NI (valor de iodo em miligramas, adsorvido por um grama de BCA), foi subtraído a quantidade em miligramas de iodo na solução inicial de iodo (0,1 mol/L) da quantidade em miligramas de iodo na solução titulada com tiosulfato de sódio 0,5 mol/L, após a filtração

Análise estatística

O experimento foi realizado em delineamento fatorial 2x2, sendo, dois tempos de residência de pirólise e dois agentes para ativação. Os dados foram submetidos ao teste F e de Tukey com nível de significância de 5%

Resultados e discussão

Os valores encontrados para o rendimento utilizando ácido fosfórico por 15 e 30 minutos de incineração foram de $21,77 \pm 2,02$ % e $21,58 \pm 2,50$ %, respectivamente. Para os tratamentos com acetato de sódio, foram obtidos valores de $19,80 \pm 0,89$ % e $17,71 \pm 1,63$ % para os tempos de 15 e 30 minutos de incineração, respectivamente. Observa-se que os biocarvões ativados (BCA) com ácido fosfórico apresentaram rendimento levemente superior em relação aos ativados com acetato. Linhares, Marcílio e Melo (2016), realizaram lavagem após a pirólise e obtiveram rendimento para um BCA com ácido fosfórico de 37,2%, valor superior ao deste estudo. Assim, pode-se inferir que a etapa de lavagem do BCA e filtração posterior foram fatores que prejudicaram o rendimento dos carvões em razão das perdas principalmente na etapa de filtração.

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados estatísticos para a análise do índice de azul de metileno e número de iodo para os carvões ativados com ácido fosfórico e acetato de sódio e o resultado para a variável tempo.

Conforme o delineamento fatorial realizado, na análise de azul de metileno, a interação, reagente de ativação e tempo de residência de pirólise não foi significativo, entretanto, avaliando de forma independente, verificou-se que as variáveis, tempo de residência e reagente de ativação interferem no resultado. Desse modo, de acordo com os resultados expressos na Tabela 2 o ácido fosfórico promoveu maior percentual de adsorção em azul de metileno e diferiu estatisticamente do acetato de sódio para um nível de significância de 5%. Quanto à análise do tempo para o mesmo fator, 30 minutos de pirólise promoveu maior percentual de adsorção em azul de metileno e diferiu estatisticamente do tempo de 15 minutos para um nível de significância de 5%. Já para a análise do NI, percebeu-se que a interação reagente versus tempo não foi significativa, dessa maneira, ao examinar as variáveis de forma independente o fator reagente interferiu nos resultados já o tempo não. Logo, o ácido fosfórico promoveu maior valor do NI e diferiu estatisticamente do acetato de sódio para um nível de significância de 5%.

Tabela 1 – Análise de variância entre os fatores tempo e reagente utilizados na produção do BCA

	GL	SQ	QW	Fc	Pr>Fc
Azul de Metileno					
Reagente	1	0,79322	0,79322	468,79	0,00000
Tempo	1	0,04982	0,04982	29,44	0,000153
Reagente*tempo	1	0,00575	0,00575	3,40	0,090032
Resíduo	12	0,02030	0,00169		
Total	15	0,86909			
Número de iodo					
Reagente	1	32211	32211	24.5718	0.00033
Tempo	1	2674	2674	2.0400	0.17872
Reagente*tempo	1	1120	1120	0.8541	0.37360
Resíduo	12	15731	1311		
Total	15	51736			

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: GL: Grau de liberdade; SQ: Soma dos quadrados, QW: Quadrado médio; Fc: F de Snedecor calculado; Pr > Fc: probabilidade associada ao F calculado

Tabela 2 – Resultados para a avaliação da adsorção dos carvões ativados

Tempo/Reagente	IAM (%)	NI (mg/g)
30 min	99,26±0,26 a	1414,50±49,93 a
15 min	99,15±0,22 b	1440,36±67,57 b
Ácido fosfórico	99,43±0,09 A	1472,30±48,23 A
Acetato de sódio	98,98±0,05 B	1382,56±21,51 B

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: IAM: índice de azul de metileno; NI: número de iodo.

Nota: Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que a variável tempo diferiu significativamente pelo teste de tukey a 5% de significância. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam que a variável reagente diferiu significativamente pelo teste de tukey a 5% de significância.

O número de iodo de um carvão está ligado a quantidade de microporos, sendo assim, segundo Loureiro (2012) para que um carvão ativado possua boa capacidade de adsorção deve apresentar no mínimo 500 mg/g desse fator. De acordo, com NI encontrado no presente trabalho, observa-se um resultado superior a esse mínimo, destacando-se o BCA com ácido fosfórico que apresentou 1472,30 mg/g. Rosada *et al.* (2005) obteve NI equivalente a 1358,5 mg/g para carvão ativado com ZnCl₂ a partir de lodo de esgoto sanitário, já Morais (2014) encontrou valores utilizando os ativantes KOH e

H₃PO₄ de 322,58 mg/g e 384,81 mg/g, respectivamente para carvões produzidos de mesocarpo de coco-da-baía. Mocelin (2007) em ensaio de produção de carvão a partir de lodo alcançou valor de NI igual a 618 mg/g. Esses dados, permitem inferir que os resultados encontrados no presente trabalho, para tal fator, demonstraram a viabilidade destes resíduos, aliado à técnica de ativação proposta, destacando-se o uso do ácido fosfórico como ativante.

De acordo com Morais (2014), o IAM reflete a quantidade e qualidade de mesoporos presentes no adsorvente. Constatou ainda que, a remoção de azul de metileno para carvões com granulometrias de 48 e 325 mesh, com intervalo de remoção de azul de metileno entre 88,54% e 97,73%. Já o estudo aqui realizado, atingiu 99,43% para ácido fosfórico e 98,98% para acetato de sódio, demonstrando ser superior a literatura citada. Conforme Borges *et al.* (2015) a área superficial e as propriedades químicas da superfície dos carvões implicam no potencial de adsorção. Dessa maneira, apesar de não ter sido realizadas análises mais detalhadas da sua composição química, os resultados se mostram satisfatórios e pode-se destacar que a utilização de resíduos de vegetais para a produção de carvão é relevante.

Conclusão

De acordo com o que foi exposto, pode-se concluir que a etapa de lavagem dos carvões influenciou no rendimento dos mesmos. Além do mais, a avaliação da adsorção indicou que para o índice de azul de metileno e número de iodo o carvão ativado com ácido fosfórico apresentou maior adsorção em relação ao ativado com acetato de sódio. Já para o tempo, houve diferença significativa apenas para a análise de azul de metileno. Dessa maneira, ao comparar os dados deste estudo com encontrados em literatura inferiu-se que os carvões ativados obtidos de resíduos vegetais se demonstram promissores para aplicação em processos de adsorção.

Agradecimentos

Aos funcionários do restaurante universitário do ICA/UFMG pela coleta dos resíduos utilizados como matéria-prima deste estudo e ao professor Christian Cabacinha pela realização das análises estatísticas.

Referências

- BHATNAGAR, A.; SILLANPAA, M. Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment-A review. **Chemical Engineering Journal**, v. 157, p. 277-296, 2010.
- BORGES, W. M. S. *et al.* Carvão ativado de resíduo de madeira de candeia: produção, caracterização e avaliação do potencial adsorptivo. **Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1952-1967, 2015.
- COSTA, P. D.; FURMANSKI, L. M.; DOMINGUINI, L. Produção, caracterização e aplicação de carvão ativado de casca de nozes para adsorção de azul de metileno. **Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1272-1285, 2015.
- DAMIANI, C. *et al.* Aproveitamento de resíduos vegetais para produção de farofa temperada. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 4, p. 657-662, 2011.
- DURAL, M. U. *et al.* Methylene blue adsorption on activated carbon prepared from *Posidonia oceanica* (L.) dead leaves: kinetics and equilibrium studies. **Chemical Engineering Journal**, v. 168, p. 77-85, 2011.
- LINHARES, F. A.; MARCÍLIO, N. R.; MELO, P. J. Estudo da produção de carvão ativado a partir do resíduo de casca da acácia negra com e sem ativação química. **Scientia cum Industria**, v.4, n. 2, p. 74-79, 2016.
- LOUREIRO, L. F. **Avaliação da adsorção do herbicida 2,4-D em carvão ativado em pó e granular por meio de análises de isotermas de adsorção utilizando diferentes qualidades de água.** 2012. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal Do Espírito Santo, Vitória, 2012.
- MOCELIN, C. **Pirólise de lodo de esgoto sanitário: produção de adsorvente e óleos combustíveis.** 2007. 112f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- MORAIS, E. D. **Produção do carvão ativado a partir do mesocarpo do coco-da-baía (cocosnuciferalinn) utilizando H₃PO₄, CH₃COONa e KOH como ativantes.** 2014. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.
- ROSADA, F. *et al.* Producing adsorbents from sewage sludge and discarded tyres characterization and utilization for the removal of pollutants from water. **Chemical Engineering Journal**, v. 114, p. 161-169, 2005.

Capítulo 12

Avaliação da composição físico-química da farinha do resíduo do processamento da polpa de acerola

Breno Soares da Silva*¹; Ana Flavia Campos Santos¹; Ana Flávia Dias Costa¹; Rafaela Pereira de Assis Barbosa¹; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira², Juliana Pinto de Lima³

Resumo

O crescimento da indústria de processamento de frutas, devido a elevação do consumo e exportação de seus derivados, trouxe como consequência o aumento de resíduos gerados pela sua produção e possíveis problemas ambientais, sendo necessária a criação de soluções eficazes de aproveitamento destes resíduos. Neste cenário, uma alternativa seria a aplicabilidade destes resíduos na elaboração de produtos alimentícios. Neste contexto este trabalho teve como objetivo elaborar e caracterizar uma farinha a partir do resíduo da polpa de acerola. Para tanto, acerolas maduras foram lavadas, sanitizadas e despulpadas, obtendo-se o resíduo (película de cobertura externa, bagaço e sementes). O resíduo por sua vez foi encaminhado para secagem em dessecador com circulação de ar forçado (60°C/20 h) e posteriormente triturado dando origem a farinha. A farinha de acerola apresentou 5,48% de umidade, 94,52% de matéria seca, 3,36% de lipídeos, 3,38% de cinzas, 9,64% de proteínas, 79,04% de carboidratos totais e uma coloração amarelo-avermelhada. Conclui-se que a farinha de acerola apresenta características interessantes, podendo ser uma alternativa para o aproveitamento desse resíduo, tanto do ponto de vista social e ambiental, quanto comercial.

Palavras-chave: Aproveitamento de subprodutos da agroindústria. *Malpighia emarginata*. Composição química. Desperdício. Farinha do resíduo de acerola.

¹ Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Técnica Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Professora Adjunto do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: brenoboby064@gmail.com

Introdução

O Brasil proporciona condições favoráveis em relação ao clima e solo para a grande variedade de cultivo de espécies frutíferas, com avanços genéticos significativos, o que tornou possível a expansão em relação a outros países (BATISTA SOBRINHO, 2013).

Malpighia emarginata conhecida popularmente por acerola é uma espécie originária da América com clima tropical, sendo muito consumida na forma processada como suco, geléia e compota (SILVA; DUARTE; BARROZO, 2016). O fruto apresenta altas porcentagens de vitamina C, compostos fenólicos (ácido benzóico, flavonóides, antocianinas) e carotenóides, composição esta responsável pelo destaque do fruto no campo dos alimentos funcionais e nutracêuticos. Ainda ressalta-se que extratos de acerola têm sido estudados por diversas atividades benéficas a saúde tais como: antioxidante, antitumoral, anti-hiperglicêmica e protetora de pele (BELWAL *et al.*, 2018).

De acordo com Alves (2019) a produção de acerola no Brasil indica um total de aproximadamente 150 mil toneladas de frutos, produzidos principalmente pela Região Nordeste. Adicionalmente, o Brasil é o maior exportador mundial de acerola na forma de suco e também de polpa congelada. Com a automatização das indústrias foi possível o aumento do seu consumo por todo país, sendo apreciada pelos consumidores devido ao sabor e valor nutricional. Contudo, grande volume de resíduos é gerado e cerca de 35% do total da matéria-prima não é utilizada pela indústria, tornando-se um possível problema por ser uma matéria orgânica favorável ao desenvolvimento de micro-organismos (BATISTA SOBRINHO, 2013).

A indústria de alimentos possui o grande desafio da criação de estratégias eficazes e de baixo custo para a diminuição deste desperdício. A desidratação dos alimentos, transformando os resíduos como cascas e bagaços em farinha é uma alternativa eficaz para a diminuição do volume de resíduos, reduz a atividade de água, a atividade microbiológica e também as reações químicas e enzimáticas, favorecendo a preservação do meio ambiente e gerando um produto que tenha grandes fontes de nutrientes passíveis de utilização pela indústria (ALVES, 2019).

Diante disso, este trabalho teve como objetivo elaborar e caracterizar uma farinha utilizando resíduos do processamento da acerola.

Material e métodos

Os resíduos da acerola foram fornecidos pela Cooperativa dos Agricultores Familiares e Agroextrativistas Grande Sertão Ltda., e o experimento foi realizado parte na Cooperativa e parte no

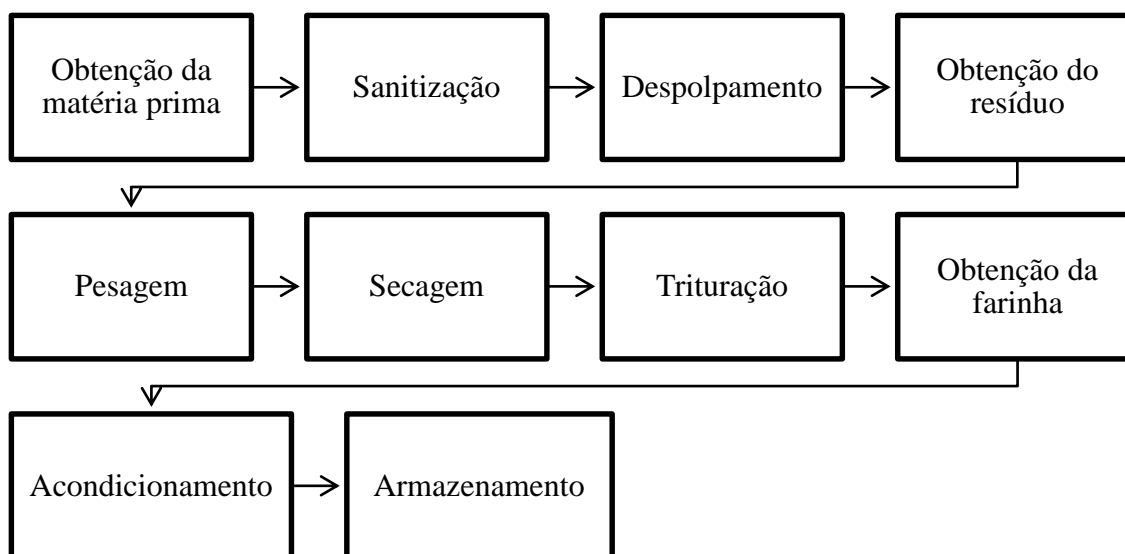
laboratório de Tecnologia de Produtos Vegetais do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG ambos na cidade de Montes Claros-MG.

Preparo da farinha

A figura 1 descreve o fluxograma para a obtenção do resíduo da acerola. Na Cooperativa anteriormente mencionada, os frutos foram selecionados manualmente pelos funcionários de acordo com o seu estágio de maturação sendo utilizados apenas os frutos maduros, retirando-se pedaços de galhos, folhas e frutos estragados. Após a seleção as acerolas foram lavadas em água corrente e sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 20 minutos em imersão, sendo lavadas posteriormente para a remoção do sanitizante. Em seguida os frutos foram submetidos ao processo de despulpamento em uma despulpadeira industrial, sendo o resíduo úmido (película de cobertura externa, bagaço e sementes) separado, embalado e armazenado sob refrigeração (7 °C) por 48h.

O resíduo foi encaminhado para o ICA/UFMG onde foi pesado e submetido a secagem em dessecador com circulação de ar forçado, regulado para a temperatura de 60°C durante 20 horas. O resíduo desidratado foi triturado em liquidificador doméstico e posteriormente acondicionado em um recipiente de vidro hermeticamente fechado, protegido da luz e mantido sob refrigeração constante a temperatura de 7 °C até o momento das análises.

Figura 1 – Fluxograma do processamento da obtenção do resíduo de acerola e da farinha.



Fonte: Dos autores, 2019

Determinação do rendimento do resíduo de acerola e da farinha

O rendimento do resíduo da acerola foi determinado através da relação entre a massa do resíduo úmido e a massa do resíduo seco, enquanto que o rendimento da farinha do resíduo de acerola foi determinado mediante a correlação da massa do resíduo seco e massa da farinha obtida após a trituração do resíduo seco. Os valores foram calculados de acordo com as Equações 1 e 2, respectivamente:

$$\text{Rendimento \%} = \frac{RS}{RU} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Rendimento \%} = \frac{MF}{RS} \times 100 \quad (2)$$

Onde: RU= Resíduo úmido (g)

RS= Resíduo Seco (g)

MF= Massa da farinha (g)

Análises físicas e químicas

A análise de composição química da farinha seguiu os métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A análise de umidade foi feita por secagem da amostra diretamente em estufa a 105°C até atingir peso constante. Para determinação de lipídeos utilizou-se o método de extração em Soxhlet utilizando éter etílico como solvente. A análise de proteínas totais seguiu o método de digestão, destilação e titulação de Kjeldahl utilizando 6,25 como fator de conversão do nitrogênio em proteína. Para a análise de cinzas, as amostras foram calcificadas em mufla a 550 °C. A determinação de carboidratos totais foi feita por diferença percentual, subtraindo-se do total a soma de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos.

A análise colorimétrica foi avaliada em colorímetro portátil de reflexão, marca Konica Minolta, modelo KM-CR-400 básico, sendo os resultados expressos pelos parâmetros L*, a*, b*, onde os valores de luminosidade (L*) variam entre zero (preto) e 100 (branco), os valores das coordenadas de cromaticidade a* e b*, variam de -a* (verde) até +a* (vermelho), e de -b* (azul) até +b* (amarelo). A média dos parâmetros a* e b* foram utilizadas em expressões matemáticas para a determinação Chroma e °Hue, de acordo com as Equações 3 e 4, respectivamente.

$$\text{Chroma} = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (3)$$

$$^{\circ}\text{Hue} = \text{tg}^{-1} \cdot b^*/a^* \quad (4)$$

Todas as análises químicas e físicas foram feitas em seis replicatas e os resultados expressos como média \pm desvio padrão.

Resultados e discussão

Na tabela 1 são apresentados os dados mássicos e os rendimentos das amostras do resíduo seco e da farinha de resíduo de acerola.

Tabela 1 – Rendimento obtido para o resíduo seco e para a farinha de acerola

Resíduo de Acerola				
Peso inicial do resíduo úmido (g)	Peso final do resíduo seco (g)	Rendimento (%)	Tempo de secagem (horas)	Temperatura (°C)
1.350	240	17,78	20	60

Farinha de Acerola		
Peso final do resíduo (g)	Peso da farinha de resíduo de acerola (g)	Rendimento (%)
240	213.81	89.09

Fonte: Dos autores, 2019.

Na tabela 2 estão descritos os valores médios da composição centesimal, valor calórico e análise colorimétrica da farinha de resíduo de acerola.

A farinha de resíduo de acerola apresentou teor de umidade baixo (5,48%) quando comparado ao encontrado por Alves (2019) que encontrou um teor de umidade de 8,99% para farinha do resíduo da mesma espécie. Ressalta-se que o percentual de umidade encontrado neste trabalho está abaixo dos 15% permitido em legislação (BRASIL, 2005). Acrescenta-se que valores reduzidos de umidade são desejáveis, pois tornam a farinha menos suscetível à proliferação de micro-organismos e a possíveis reações químicas durante seu armazenamento.

Os teores de proteína da farinha de resíduo de acerola encontrados neste trabalho apresentaram-se semelhantes ao encontrado por Alves (2019) sendo 9,64% e 9,78% respectivamente. Este alto teor de proteínas contribui para agregar valor proteico aos produtos elaborados utilizando a farinha do resíduo de acerola.

Tabela 2 – Composição centesimal e análise colorimétrica da farinha de resíduo de acerola.

Umidade (%)	5,48±0,44
Matéria Seca(%)	94,52±0,44
Lipídeos*(%)	3,36±0,16
Cinzas* (%)	3,38±0,04
Proteínas*(%)	9,64±0,19
Carboidratos totais*(%)	79,04
Chroma	67,76±0,85
°Hue	68,85±0,38

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: Valores apresentados por médias ± desvio padrão

*Valores expressos em base úmida; **Valor calórico em kcal.

O percentual de matéria seca encontrado de 94,52% foi superior ao encontrado por Lousada *et al.* (2006) que ao analisar diferentes subprodutos do processamento de frutas tropicais encontrou teores de 85,07% para acerola, 84,67% para o abacaxi e 86,33% para a goiaba. Isto evidencia que quanto maior é o teor de matéria seca, menor é a quantidade de água residual tendo um maior rendimento no processo e utilização desta farinha (SILVA, 2010).

A análise de lipídeos indicou um percentual de 3,36%, sendo superior ao encontrado por Aquino *et al.* (2010) que foi de 0,52% e inferior ao encontrado por Silva *et al.* (2012) que ao caracterizar a farinha dos resíduos de acerola obteve um percentual de 8,92%. Esta redução no teor lipídico é vantajosa, em relação ao teor calórico.

A determinação de cinzas resultou em valor médio de 3,38%, sendo bem superior quando comparado aos valores encontrados por Lousada *et al.* (2006) e Silva *et al.* (2012) que encontraram teores de 2,68% e 1,99% respectivamente. O valor de cinzas indica o percentual de minerais presentes na matéria orgânica. Batista Sobrinho (2013) avaliando a farinha do resíduo de acerola indicou a presença de cálcio, potássio, magnésio, ferro e sódio como os principais.

Os teores de carboidratos totais encontrados (79,04%) foram semelhantes aos valores encontrados por Silva *et al.* (2012) que obteve 83,61%. Ressalta-se que neste trabalho não foi feita avaliação do teor de fibras, portanto, os carboidratos totais aqui relatados, englobam também a fração fibra. No experimento de Silva *et al.* (2012) encontrou-se teor de fibra bruta de 66,11%, indicando que a farinha obtida neste trabalho pode possuir também, a partir de investigação, um elevado teor de fibras.

As análises colorimétricas apresentaram valores de Chroma na ordem de 67,76, sendo este superior ao encontrado por Reis *et al.* (2017) que ao analisar diferentes processos de estabilidade e conservação da farinha do fruto de acerola com semente encontrou valor de 34,1. Entretanto os Ângulos Hue (h) do nosso trabalho (68,85) e do estudo descrito acima (67,3), apresentaram-se semelhantes, indicando uma cor amarelo-vermelho para as amostras estudadas. O alto valor encontrado para Chroma indica uma cor mais escura, sendo a oxidação do ácido ascórbico uma possível responsável por essa coloração.

Conclusão

A farinha de acerola apresentou 5,48% de umidade, 94,52% de matéria seca, 3,36% de lipídeos, 3,38% de cinzas, 9,64% de proteínas e 79,04% de carboidratos totais. As análises colorimétricas apresentaram um bom parâmetro indicando uma cor amarelo-vermelho para a farinha, cor possivelmente atrativa para o consumidor. Conclui-se que a farinha de acerola apresenta características interessantes, podendo ser uma alternativa para o aproveitamento desse resíduo, tanto do ponto de vista social e ambiental, quanto comercial, podendo ser uma possibilidade de enriquecimento de produtos alimentícios.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG e a Cooperativa dos Agricultores Familiares e Agroextrativistas Grande Sertão Ltda. da Cidade de Montes Claros pela doação do resíduo para a execução desse trabalho.

Referências

- ALVES, A. S. S. **Obtenção e caracterização físico-química da farinha do resíduo da acerola.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. Vitória de Santo Antão-PE, 2019.
- AQUINO. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 3, p. 379–86, 2010.
- BATISTA SOBRINHO, I. S. **Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriundos da indústria produtora de polpas.** 2013 p. 166. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.
- BELWAL, T. *et al.* Phytopharmacology of Acerola (*Malpighia spp.*) and its potential as functional food. **Trends in Food Science and Technology**, v. 74, p. 99–106, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 8 de 2 de junho de 2005. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo, conforme o anexo desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 de junho de 2005.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008. 1020 p. Disponível em: <<http://www.ial.sp.gov.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2019

LOUSADA, J. E. *et al.* Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 70–76, 2006.

REIS, D. S. *et al.* Produção e estabilidade de conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes temperaturas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, n. 0, 2017.

SILVA. Elaboração de biscoitos tipo cookies com farinha de resíduos do processamento de polpa de acerola. **Encontro Nacional de Educação, Ciência e tecnologia**, 2012.

SILVA, P. B.; DUARTE, C. R.; BARROZO, M. A. S. Dehydration of acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) residue in a new designed rotary dryer: Effect of process variables on main bioactive compounds. **Food and Bioproducts Processing**, v. 98, p. 62–70, 2016.

SILVA, R. G. V. **Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, Bahia, v. 20, 2010.

Capítulo 13

Utilização de farinha da torta de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) na elaboração de barra de frutas

Rafaela Pereira de Assis Barbosa*¹; Gabriel Sthefano Lourenço Pereira¹; Breno Soares da Silva¹;
Maria Luiza Duarte Fonseca¹; Giselle Pereira Cardoso², Claudia Regina Vieira*³

Resumo

O fruto do buriti (*Mauritia flexuosa* L.) caracteriza-se como uma drupa de formato globoso-alongado. É reconhecido como fonte de carotenoides totais e de substâncias antioxidantes que podem ser exploradas no desenvolvimento de novos produtos. A extração de seu óleo gera resíduos, como é o caso da torta de buriti, que podem ser destinados ao aproveitamento em forma de farinha para incorporação em diversas receitas. O objetivo do estudo foi utilizar farinha da torta de buriti na elaboração de barra de frutas e realizar análises físico-químicas e de textura. Foi preparada a seguinte formulação de barra de frutas: 70% de banana prata descascada, 30% de farinha de torta de buriti, 60% de açúcar e 50% de água. A farinha da torta de buriti apresentou os valores umidade (10,58%), resíduo mineral fixo (3,90), lipídeos (17,23%), proteínas (1,65%), carboidratos (66,64%) e valor calórico (428,23 kcal/100g), já para barra de frutas obtivemos os valores de umidade (18,87%), resíduo mineral fixo (0,76), lipídeos (8,63%), proteínas (7,38%), carboidratos (64,36%) e valor calórico (364,63 kcal/100g). Para análise de textura as barras apresentaram baixa adesividade e coesividade. A elaboração de barras de frutas utilizando a farinha da torta de buriti se mostrou promissora, e apresentou características nutricionais importantes.

Palavras-chave: Aproveitamento de resíduos. Composição centesimal. Frutos do Cerrado. *Mauritia flexuosa* L. Textura.

¹Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Professora Adjunto do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

³Professora Adjunto IV do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

*Autor para correspondência: rafaela-barbosa1@hotmail.com

Introdução

O fruto do buriti (*Mauritia flexuosa* L.) caracteriza-se como uma drupa de formato globoso-alongado, de coloração castanho-avermelhado típico, coberto por escamas rombóides, e sua polpa constitui uma massa espessa marcadamente alaranjada e rica em óleo (LIMA *et al.*, 2009).

O buriti é reconhecido como fonte de carotenoides totais e substâncias antioxidantes que podem ser exploradas no desenvolvimento de novos produtos para prevenir doenças associadas ao estresse oxidativo, considerando que esta patologia descontrolada ocasiona diversas consequências incluindo a oxidação de estruturas celulares, causando lesões nas células, tecidos e órgãos (NOBRE *et al.*, 2018).

O óleo proveniente do *Mauritia flexuosa* L. é de suma importância para variados segmentos industriais e sua extração gera resíduos, como é o caso da torta de buriti, que podem ser destinados ao aproveitamento em forma de farinha para incorporação em diversas receitas (ZANATTA *et al.*, 2010).

Em paralelo, o desenvolvimento de receitas saudáveis e sensorialmente agradáveis é uma prioridade para a indústria alimentícia. As barras de frutas são produtos altamente aceitáveis que haviam sido previamente desenvolvidos de muitos tipos de frutas, em forma de purê ou farinha, mas informações sobre a preparação deste produto são escassas (SALLEH *et al.*, 2017).

A dieta da maior parte da população brasileira se baseia em alimentos calóricos, não suficientes para fornecer nutrientes essenciais às funções do organismo humano e à realização das atividades diárias. Diante o exposto, neste estudo, o objetivo foi utilizar farinha da torta de buriti na elaboração de barra de frutas e realizar análises físico-químicas e de textura, utilizando um subproduto da indústria de óleo que é subutilizado atualmente.

Material e métodos

A farinha da torta de buriti foi cedida pela Cooperativa Grande Sertão. Os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local de Montes Claros, Minas Gerais. Foi preparada a seguinte formulação de barra de frutas: 70 % de banana prata descascada, 30 % de farinha de torta de buriti, 60 % de açúcar e 50 % de água.

Para o processamento da barra de frutas, as bananas tipo prata foram higienizadas com solução clorada a 50 ppm. Em seguida foram descascadas e homogeneizadas utilizando mix. Os ingredientes foram pesados em balança analítica e reservados. Inicialmente, o açúcar foi caramelizado e misturado

com água, formando uma calda. Ainda sob aquecimento, adicionou-se a banana e a farinha de torta buriti e continuou-se com a mistura durante 6 minutos. O produto formado foi reservado sobre papel filme durante 25 minutos e cortado em pedaços com aproximadamente 2x2 cm. As barras foram então recobertas com chocolate ao leite, acondicionadas em vidros fechados hermeticamente e sob refrigeração até a realização das análises.

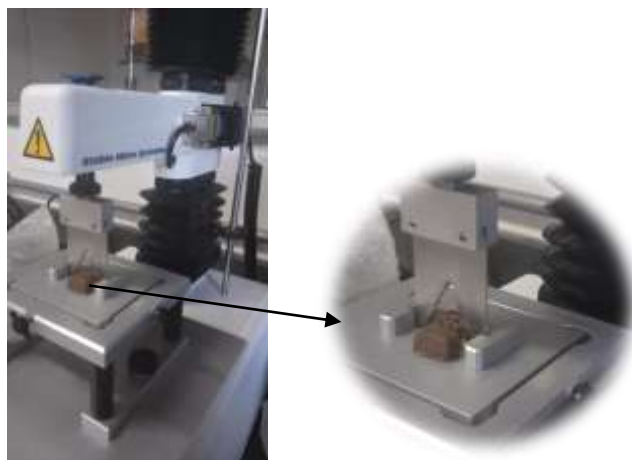
A composição centesimal da farinha de torta de buriti e da barra de frutas foi determinada em triplicata segundo metodologia descrita pela AOAC (2011) para umidade, proteínas e resíduo mineral fixo.

O teor de umidade foi determinado em estufa microprocessadora com circulação e velocidade de ar renovada (Sterilifer modelo SX CR/42) a 105°C até peso constante; proteínas pela determinação do nitrogênio total pelo método de Kjeldahl (fator de conversão: N x 6, 25) em digestor e destilador de nitrogênio (Solab SL- 74) e resíduo mineral fixo por incineração em mufla (Marca Quimis) a 550°C. O teor de lipídeos foi quantificado pelo método de Bligh & Dyer (1959).

O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença percentual, subtraindo-se do total a soma de umidade, resíduo mineral fixo, proteínas e lipídeos. O valor energético dos produtos foi calculado com base nos valores de lipídios, proteínas e carboidratos, que fornecem 9, 4 e 4 kcal/g, respectivamente.

As medidas de textura da barra de fruta foram determinadas utilizando-se um texturômetro (Stable Micro Systems modelo TA.XTplus) (Figura 1). As amostras analisadas possuíam o formato de 2,5 x 2,5 x 1 cm. Os resultados obtidos foram a média aritmética de 6 repetições, sendo expressos na grandeza g.

Figura 1 – Análise de textura da barra de frutas elaborada com farinha de torta de butiti



Fonte: Dos autores, 2019.

Para a análise de força de cisalhamento, foi utilizada a probe warner bratzler. Para o teste adotaram-se os seguintes parâmetros: velocidade pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade teste: 2,0 mm/s; velocidade pós teste: 5,0 mm/s; distância: 15 mm.

No perfil de textura, foi utilizada a probe cilíndrica P/20. Para o teste adotaram-se os seguintes parâmetros: velocidade pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade teste: 2,0 mm/s; velocidade pós teste: 5,0 mm/s; compressão de 50 %. Os parâmetros avaliados foram: dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade.

Resultados e discussão

A composição centesimal e valor energético da farinha de torta de buriti e da barra de frutas com farinha de torta de buriti está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição centesimal e valor calórico da farinha de torta de buriti e da barra de frutas com farinha de torta de buriti

	Farinha de torta de buriti	Barra de frutas com farinha de torta de buriti
Umidade (%)	10,58 ± 1,02	18,87 ± 0,46
Proteínas (%) ¹	1,65 ± 0,00	7,38 ± 0,12
Lipídeos (%) ¹	17,23 ± 1,07	8,63 ± 0,25
Resíduo mineral fixo (%) ¹	3,90 ± 0,00	0,76 ± 0,05
Carboidratos (%) ²	66,64	64,36
Valor energético (kcal/g) ³	428,23	364,63

¹ Resultados expressos em base úmida; ² Carboidratos Totais calculados por diferença [100 – (umidade + proteínas + lipídeos + resíduo mineral fixo)]; Valor energético = 9 x lipídeos (%) + 4 x proteínas (%) + 4 x carboidratos(%).

Observa-se que a composição da torta de buriti, subproduto na fabricação de óleo, é rica em lipídeos e resíduo mineral fixo. Além disso, segundo Nobre *et al.* (2018), esse fruto é fonte de substâncias antioxidantes que podem ser úteis no desenvolvimento de novos produtos para prevenir doenças associadas ao estresse oxidativo.

Ao caracterizarem a composição físico-química de barra de cereais reforçada com farinha de Buriti, Cardoso, *et al.* (2017) encontraram valores de 12,4% de umidade, 11,96% de percentual lipídico, 6,76% de proteína, 0,16% para resíduo mineral fixo e 68,72% de carboidratos. Em contraste com este estudo obtivemos valores similares para barras de frutas com farinha da torta de buriti, com

exceção da umidade (18,87%) que pode ser explicada pelos ingredientes utilizados para a elaboração de cada produto e o teor lipídico (8,63%).

Pode-se afirmar que o teor de proteína encontrado para barra de frutas neste trabalho ($7,38 \pm 0,12$) é alta quando compilados ao encontrado por Santos *et al.* (2011), que elaboraram biscoitos com adição de farinha de buriti e obtiveram resultados para proteínas de 3,73%. No entanto, evidenciaram níveis maiores de lipídeos e carboidratos do que o encontrado no presente estudo para barra de frutas.

Com os resultados obtidos na Tabela 1, foi possível calcular as contribuições percentuais da barra de frutas com farinha da torta de buriti em relação à Ingestão Diária Recomendada (IDR) e a Ingestão Adequada (IA), (INSTITUTE OF MEDICINE, 2005) para cada nutriente analisado. Estes percentuais, considerando-se os requerimentos nutricionais para um adulto mulher de 19 a 50 anos, são de 50 g/dia e de 35 g/dia para proteínas e lipídeos, respectivamente. Desta forma, pode-se inferir que uma porção de 30 g da barra de frutas de buriti 4,4 % e 7,4% da IDR.

O valor médio da força de cisalhamento nas barras de fruta foi de 994,59 g. Observa-se que as barras avaliadas neste trabalho apresentaram valores intermediários aos encontrados por Prazeres (2015), que analisou barras compostas por açaí (762,62 g) e cupuaçu (1549,29 g).

Os resultados do perfil de textura (TPA) das barras de fruta são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise das amostras de barra de frutas para Perfil de Textura (TPA).

Amostra	Parâmetros					
	Dureza (g)	Ad	El	Coe	Gom	Mastig
Barra de	$3339,33 \pm$	$-15,37 \pm$	$0,20 \pm$	$0,07 \pm$	$252,75 \pm$	$51,49 \pm$
frutas	167,23	18,49	0,04	0,01	22,35	12,48

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: Ad= adesividade; El=elasticidade; Coe=coesividade; Gom=comosidade; Mastig=mastigabilidade. Dados apresentados como média \pm desvio-padrão.

A dureza da barra de frutas (3339,33 g equivalente a 32,72 N), foi muito inferior ao encontrado em barras de fruta de marolo (136,93 N) e jerivá (168,36 N) por Silva *et al.* (2016). Esses autores citam ainda que não há estudos indicando um valor ótimo de dureza para barras.

A adesividade encontrada (valor negativo que indica o trabalho necessário para ultrapassar as forças de atração entre o material e superfície da probe) foi baixa (-15,37), assim como a elasticidade (0,20); isso ocorreu pelo fato de que na análise, a probe entrou em contato diretamente com a cobertura de chocolate da barra e não com sua parte interna. Caso a parte interna entrasse em contato com a probe, provavelmente a elasticidade seria maior.

A coesividade é relacionada à forma com que o produto mantém sua estrutura interna durante a compressão. Sendo assim, observou-se uma baixa coesão (0,07) na amostra, ou seja, a amostra se desestruturou na primeira compressão. Danalache *et al.* (2014) indicam que ocorre menor coesividade em barras de cereal com maior dureza.

Outros estudos se fazem necessário a fim de melhorar as características de textura da barra de frutas, provavelmente utilizando algum agente que propicie maior coesão dos ingredientes no produto final.

Conclusão

A elaboração de barras de frutas utilizando a farinha da torta de buriti se mostrou promissora, uma vez que apresentou características nutricionais importantes contribuindo com excelente aporte de minerais na dieta. Aliado a isso, a elaboração de um novo produto utilizando subproduto da agroindústria além de proporcionar uma nova fonte de renda pelos produtores rurais, irá promover benefícios ao meio ambiente, gerando menor produção de resíduos agroindustriais. Ainda assim, novos estudos são necessários para melhorar a textura das barras de frutas com farinha de torta de buriti.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Cooperativa Grande Sertão pela doação da farinha da torta de buriti.

Referências

- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed. 4 rev. Gaithersburg: AOAC, 2011. 1505p.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911 – 917, 1959.
- CARDOSO, I. R. M. *et al.* Elaboration of a cereal bar enhanced with flour of buriti pulp (*Mauritia flexuosa* L.). **The Journal of Bioenergy and Food Science**, v.4, n.2, pp.99-106, 2017.
- DANALACHE, F. *et al.* Texture, microstructure and consumer preference of mango bars jellified with gellan gum. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, part. 2, p. 584 – 591, 2015.
- INSTITUTE OF MEDICINE. **Food and nutrition board. dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (Macronutrients)**. Washington, D.C: The National Academy Press, 2005. Disponível em: http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=10490&page=339. Acesso em: 09 mar. 2019.

LIMA, A. L. S. *et al.* Avaliação dos efeitos da radiação gama nos teores de carotenóides, ácido ascórbico e açúcares do fruto buriti do brejo (*Mauritia flexuosa* L.). **Acta Amazônica**, v. 39, p. 649-654, 2009.

NOBRE, C. B. *et al.* Antioxidative effect and phytochemical profile of natural products from the fruits of “babaçu” (*Orbignia speciosa*) and “buriti” (*Mauritia flexuosa*). **Food and Chemical Toxicology**, v. 121, p. 423-429, 2018.

PRAZERES, I. C. **Elaboração de barra multicomponente a base de farinha de tapioca, castanha do Brasil e frutas regionais**. 2015. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Pará, Belém, PA. 2015.

SALLEH, R. M.; YING, T. L.; MOUSEVI, L. Development of fruit bar using sapodilla (*Manilkara Zapota* L.). **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 2, p. 1-7, 2017.

SANTOS, C. A. S. *et al.* Elaboração de biscoito de farinha de buriti (*Mauritia flexuosa* L. f) com e sem adição de aveia (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 05, n. 01; p. 262-273, 2011.

SILVA, E. P. *et al.* Effect of adding flours from marolo fruit (*Annona crassiflora* Mart) and jerivá fruit (*Syagrus romanzoffiana* Cham Glassm) on the physicals and sensory characteristics of food bars. **Food Science and Technology**, v. 36, n. 1, p. 140-144, 2016.

ZANATTA, C. F.; MITJANS, M.; URGATONDO, V.; ROCHA-FILHO, P. A.; VINARDELL, M. P. Photoprotective potential of emulsions formulated with buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, p. 70-75, 2010.

PARTE 2

Controle de Qualidade: Análise Sensorial, Química de Alimentos e Análise de Alimentos

Capítulo 1

Caracterização físico-química, compostos bioativos e capacidade antioxidante de limão Tahiti e Cravo produzido em Barbacena - Minas Gerais

Gilma Auxiliadora Santos Gonçalves^{*1}; Deise Augusta Souza²; Greiciane Aparecida da Silva²;
Rejiane Avelar Bastos Silva¹

Resumo

O objetivo desse trabalho foi realizar caracterização físico-química e compostos bioativos dos limões Cravo e Tahiti. As duas cultivares oriundas do município de Barbacena-MG, foram analisadas quanto a coloração, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, compostos fenólicos totais, vitamina C e capacidade antioxidante (ABTS). O limão Tahiti apresentou maior luminosidade (42,68) que o Cravo (36,10), indicando ser mais claro. O parâmetro a* do limão Tahiti foi negativo (-1,86) demonstrando coloração verde e o limão Cravo valor positivo (3,89), ou seja, avermelhado. Para o parâmetro b* das duas variedades foram positivos (10,73 e 17,87) respectivamente. Não houve diferença significativa entre os limões para pH (média 2,34), acidez titulável (média 6,73 %); sólidos solúveis (média 9,19 %). Quanto aos compostos bioativos, o limão Tahiti foi superior ao limão Cravo, apresentado 224,10 mg/100 g de compostos fenólicos, 127,61 mg/100 g de vitamina C e 116,0 µM trolox/g de capacidade antioxidante. Conclui-se que os limões Tahiti e Cravo são iguais quanto ao pH, acidez titulável e sólidos solúveis, mas são diferentes quanto a coloração, sendo verde amarelado claro para o limão Tahiti e amarelo avermelhado escuro para o limão Cravo. O limão Tahiti apresenta maior teor de compostos bioativos que o limão Cravo.

Palavras-chave: *Citrus latifolia* Tanaka; *Citrus limonia* Osbeck; subproduto; albedo.

¹Docente, Departamento de ensino, IF Sudeste MG, campus Barbacena- MG.

² Graduando de tecnologia em alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG), campus Barbacena- MG.

³Tecnóloga em alimentos, IF Sudeste MG, campus Barbacena- MG.

*Autor para correspondência: gilma.goncalves@ifsudestemg.edu.br

Introdução

O Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial de países produtores de frutas, com uma produção que tem superado os 40 milhões de toneladas nos últimos anos. A atividade citrícola vem se destacando no agronegócio devido à ampliação do mercado e o aprimoramento do setor (ANDRADE, 2017).

As plantas cítricas fazem parte do gênero *Citrus*, da família *Rutaceae* e da subfamília *Aurantioideae*. Os limões apresentam maior teor de acidez e também as limas ácidas, como o Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka].

O Brasil produziu em 2017 um total de 1.292.798 toneladas de limão, tendo o estado de Minas se destacado, ocupando o quarto lugar da produção nacional com 48.020 toneladas, ficando atrás apenas de São Paulo, Pará e Bahia (IBGE, 2017). Esses dados reforçam a importância desse fruto tanto para beneficiamento quando para consumo *in natura*, justificando a necessidade de mais pesquisas acerca de sua composição química e compostos bioativos para que possa ser mais bem explorado como matéria-prima para obtenção de derivados ainda pouco conhecido pela população e pouco valorizado pela indústria de alimentos.

Dentre as cultivares de limão mais consumidas, têm destaque o limão Tahiti e o limão Cravo, sendo esse último, um fruto de alta produtividade que pode ser colhido o ano todo, nos quintais da maioria dos brasileiros, entretanto devido à alta disponibilidade e o baixo preço de comercialização, ocorrem muitas perdas e desperdício da cultivar.

O fruto tem como característica principal a alta acidez expressa em ácido cítrico, sendo ainda uma importante fonte de compostos bioativos como a vitamina C, porém pesquisas quanto a sua composição em compostos fenólicos e capacidade antioxidante são escassas na literatura especializada.

Considerando características físico-químicas do limão, aliado a sua disponibilidade local, à carência de estudos sobre a sua composição visando estimular seu consumo e processamento, o objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização físico-química e bioativa de limão Cravo e Tahiti produzidas em Barbacena-MG.

Material e métodos

Foram utilizados frutos de limão das cultivares Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] e Cravo (*Citrus limonia* Osbeck) *in natura* adquiridos no comércio local e as análises realizadas no

laboratório de análise físico-química Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - campus Barbacena – MG.

Análises

Cor: determinada através de colorímetro *Konica Minolta CR400*, utilizando o sistema de escala de cor L, a* e b* (CIELAB), previamente calibrado. Os parâmetros L, a* e b* foram determinados de acordo com a International Commission on Illumination (CIE, 1996). Os valores de a* caracterizam a coloração na região do vermelho (+a*) ao verde (-a*), já o valor b* indica coloração entre o intervalo do amarelo (+b*) até o azul (-b*). O valor L fornece a luminosidade, que varia do branco (L=100) ao preto (L=0).

pH: determinado utilizando-se pH-metro *TEKNA T-1000* segundo metodologia proposta por Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Acidez titulável: determinada por titulação conforme metodologia proposta pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Teor de sólidos solúveis (°Brix): determinado através do método de refratometria, utilizando-se refratômetro *Instrutherm RTD-45* (IAL, 2008).

Vitamina C: Determinada por método colorimétrico com 2,4-dinitrofenilhidrazina (2,4-DNPH) de acordo com Strohecker e Henning (1967). As amostras foram analisadas num espectrofotômetro a absorvância de 520 nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de peso fresco.

Compostos fenólicos totais: Os extratos foram obtidos como descrito por Brand-Williams; Cuvelier e Berset (1995). Resumidamente, foram pesadas amostras de 5 g em tubos de centrifugação e em seguida extraídas com 20 mL de metanol/água (50:50, v/v) à temperatura ambiente durante 1 h. Os tubos foram centrifugados a 25,400 xg durante 15 min, e o sobrenadante recuperado. Em seguida, adicionou-se 20 mL de acetona/água (70:30, v/v) ao resíduo à temperatura ambiente. As amostras foram extraídas durante 60 min e centrifugadas. Os extratos de metanol e acetona foram combinados e levados a um volume final de 50 mL com água destilada para a determinação do conteúdo fenólico e da atividade antioxidante. Utilizou-se ácido gálico como padrão de referência e os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico (mg GAE)/100 g de matéria fresca de fruto.

Capacidade antioxidante (ABTS): A capacidade antioxidante pela redução do radical livre ABTS^{•+} foi determinada, sendo os resultados expressos em µM trolox/g do fruto.

Análise estatística: Os frutos foram avaliados em três repetições e em triplicata. Os resultados das duas cultivares de limão foram submetidos à ANOVA e teste de Tukey a 5% utilizando o programa Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2010).

Resultados e discussão

A caracterização físico-química do suco dos frutos empregados na elaboração das geleias está descrita na Tabela 1.

Dentre as características físico-químicas dos frutos (Tabela 1), observou-se que não houve efeito significativo ($p < 0,05$), exceto para a cor, compostos fenólicos, vitamina C e capacidade antioxidante.

Tabela 1 – Caracterização físico-química do suco dos limões Tahiti e Cravo

Análises	Limão Tahiti	Limão Cravo
Cor L*	42,68 a	36,1 b
a*	-1,86 b	3,89 a
b*	10,73 b	17,87 a
pH	2,36 a	2,32 a
Acidez titulável (g/100 g de ácido cítrico)	6,10 a	7,37 a
Sólidos solúveis (°Brix)	9,47 a	8,92 a
Compostos fenólicos (mg /100 g de ácido gálico)	224,10 a	154,23 b
Vitamina C (mg/100 g)	127,61 a	89,46 b
Capacidade Antioxidante - ABTS (μ M trolox/g)	116,00 a	68,78 b

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas de letras iguais, na linha, são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O suco do limão Tahiti apresentou maior luminosidade (42,68) que o suco do limão Cravo (36,10), indicando ser mais claro. Em relação ao parâmetro a*, o suco do limão Tahiti apresentou valor negativo (-1,86) indicando que o mesmo possui coloração verde, já o valor positivo no suco do limão Cravo (3,89) confirma sua coloração avermelhada. Os valores referentes ao parâmetro b* para os sucos das duas variedades foram positivos (10,73 e 17,87) indicando que ambas apresentam cor amarela, porém esse parâmetro é maior no limão Cravo.

Os valores de pH encontrados para o suco do limão Tahiti (2,36) e do limão Cravo (2,32) foram inferiores aos encontrados por Marmitt; Betti e Oliveira (2016) que foram respectivamente,

2,69 e 2,71, bem como os resultados de Brighenti, *et al.* (2011), de 2,23 e 2,35 para o suco do limão Tahiti e do limão Cravo, respectivamente. O pH possui relação inversa com a acidez titulável, observando-se que quanto menor o pH, maior é a acidez titulável, como demonstrado nos resultados.

A Instrução Normativa Nº 01, de 7 de janeiro de 2000 aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Suco de Limão, define o suco como bebida não fermentada e não diluída, obtida da parte comestível do limão (*Citrus limon*, L., Burn), através de processo tecnológico adequado, estabelece valor mínimo de acidez titulável em ácido cítrico (g/100 g) de 5,0 (BRASIL, 2000). Portanto, os sucos avaliados estão em conformidade com a legislação vigente.

Em estudos realizados por Brighenti *et al.* (2011) e Marmitt, Betti e Oliveira (2016) com limão Tahiti e Cravo, o teor de acidez em ácido cítrico (g/100 g) encontrado para o suco do limão Tahiti (6,19 e 6,64, respectivamente) foi próximo e superior ao encontrado neste estudo (6,10). Já para o suco do limão Cravo o valor obtido (7,37) foi superior aos citados pelos mesmos autores (5,40 e 5,28). Tais variações podem ocorrer devido a fatores que influenciam a composição química da fruta, como o clima, tipo de solo, tratamentos culturais, entre outros (MENDONÇA *et al.*, 2006). O grau de maturação também pode influenciar na acidez titulável do fruto avaliado, pois durante o desenvolvimento inicial do fruto há acúmulo dos ácidos, ocorrendo um declínio da concentração durante a maturação, devido principalmente à diluição provocada pelo crescimento dos frutos (CARVALHO, 2010).

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) no teor de SS nas duas cultivares de limão (Tabela 1). Pequenas variações nos teores de sólidos solúveis para o suco do limão Tahiti foram relatadas Broca *et al.* (2014) com 8,42 °Brix. Não foram encontrados estudos sobre os SS em suco de limão Cravo, porém seu teor foi próximo ao obtido por Broca *et al.* (2014) para o suco do limão Tahiti (8,92%). Esse parâmetro é um importante fator de qualidade para frutos cítricos por influenciar no sabor e palatabilidade, porém não existe um padrão mínimo para limões (GONZÁLEZ- MOLINA *et al.*, 2008).

Os limões avaliados apresentaram alta concentração de compostos fenólicos, embora o limão Tahiti tenha se mostrado estatisticamente superior (224,10 mg/100g) ao limão Cravo (154, 23 mg/100g), superiores ao único estudo que avaliou o teor de fenólicos do suco de limão (5 mg/100g) (DINIZ; OLIVEIRA, 2015). Entretanto essa diferença pode ser justificada pelo fato de que os compostos fenólicos são altamente variados devido fatores como variedade da fruta, condições climáticas, fatores genéticos (MELO *et al.*, 2009), estágio de maturação, composição do solo, localização geográfica, condições de armazenamento, entre outros fatores (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009).

A vitamina C (ácido ascórbico), é uma substância hidrossolúvel e termolábel extensivamente encontrada nas plantas. As frutas e hortaliças são responsáveis por suprir cerca de 90% das necessidades de vitamina C do homem, destacando-se as frutas cítricas como as melhores fontes, pelo elevado teor dessa vitamina (50 a 75 g/100 g) e também pelo elevado consumo mundial (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Observou-se alto teor de vitamina C nos frutos estudados (127,61 mg/100 g no limão Tahiti) e (89,46 mg/100 g no limão Cravo), sendo o limão Tahiti estatisticamente superior. Estes valores foram superiores aos citados pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), na qual os teores de vitamina C para o limão Tahiti (cru) e limão Cravo (suco) são de 38,2 mg/100 e 32,8 mg/100 g, respectivamente. Igualmente superiores aos observados em limão Tahiti cultivado em diferentes regiões. Em Guaraciaba do Norte-CE obteve-se na polpa, 53,66 mg/100g (GOES *et al.*, 2012) e no município de Ijaci, região sul de Minas Gerais, 80 mg/100 no suco (MENDONÇA *et al.*, 2006). Não foram encontrados estudos sobre a vitamina C no limão Cravo, porém os resultados foram superiores aos relatados pelos referidos autores para a variedade Tahiti. Essa variação pode ter sido ocasionada pelo grau de maturação dos frutos nos diferentes estudos, pois com a maturação e o armazenamento, o teor de vitamina C tende a reduzir, em virtude da ação da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase) ou de enzimas oxidantes como a peroxidase (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os limões avaliados apresentaram alta capacidade antioxidante, embora o limão Tahiti tenha se mostrado estatisticamente superior (116,0 μM trolox/g) que o limão Cravo (68,78 μM trolox/g). O único estudo que avaliou a capacidade antioxidante na polpa de lima ácida Tahiti, (PEREIRA, 2009) identificou valor muito inferior aos desse trabalho (2,0 μM trolox/g). Os antioxidantes são definidos, biologicamente, como substâncias que atuam contra o ataque de radicais livres, minimizando os riscos da ocorrência de doenças. E, quimicamente, como agentes redutores que doam elétrons e provocam a redução de uma substância (PRIOR; CAO, 1999). A capacidade antioxidante nas frutas depende da sua estrutura química e concentração no alimento, sendo este teor amplamente variável devido fatores genéticos, condições ambientais, grau de maturação, variedade, entre outros (MELO *et al.*, 2009).

Conclusão

Os limões das cultivares Tahiti e Cravo são iguais quanto ao pH, acidez titulável e sólidos solúveis e diferentes na coloração, sendo o limão Tahiti verde amarelado claro o limão Cravo e amarelo avermelhado escuro. O limão Tahiti apresenta maior teor dos compostos bioativos vitamina C e fenólicos totais que o limão Cravo.

Referências

- ANDRADE, P. F. de S. **Fruticultura**. Análise da conjuntura agropecuária safra 2016/17. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento - Departamento de Economia Rural. Paraná, 2017.
- BELITZ, H. D; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. Fruits and fruit products. *In: Food Chemistry*. Berlin: Springer, p. 807–861, 2009.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M-E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- BRIGHENTI, D. M. *et al.* Inversão da sacarose utilizando ácido cítrico e suco de limão para preparo de dieta energética de *Apis mellifera* linnaeus, 1758. **Ciência e agroecologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 297-304, mar./abr., 2011.
- BRASIL, MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa Nº 01, De 7 De Janeiro De 2000**. Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. 2000.
- BROCA, C. L. C. *et al.* Elaboração e Armazenamento de uma Bebida à Base de Soja Sabor Limão. **Uniciências**, v. 18, n. 1, p. 33-38, jun., 2014.
- CARVALHO, L. M. Características Físicas e Químicas de Laranjas Pera Rio, Natal e Valência Provenientes de Diferentes Posições na Copa. 2010. 53 f. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa/MG, 2010.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed., Lavras: UFLA, 2005.
- DINIZ, Ariane Barros; OLIVEIRA, Dirce Ribeiro de. Composição química da laranja kinkan e de frutas cítricas. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte/MG, Brasil. **Demetra; alimentação, nutrição & saúde**, v. 10, n. 4, p. 835-844, 2015.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras/MG: UFLA, 2010.
- GOES, T. de S. *et al.* **Caracterização física e físico-química de frutos do limão “Tahiti” (Citrus latifolia T.) cultivados em Guaraciaba do Norte-CE**. Cascavel, v. 5, n. 3, p. 14-21, 2012.
- GONZÁLEZ-MOLINA, E.; MORENO, D.; GARCÍA-VIGUERA, C.. Genotype and harvest time influence the phytochemical quality of Fino lemon juice (Citrus limon (L.) Burm. F.) for industrial use. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 56, n. 5, p. 1669-1675, 2008.
- IAL – Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo. 4 ed. p. 1020, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção agrícola municipal. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>. Acesso em: 01 jul. 2019.
- MARMITT, L. G.; BETTI, J.; OLIVEIRA, E. C. Determinação de ácido cítrico e ph em diferentes cultivares de limão e marcas de sucos artificiais de limão em pó. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 8, n. 4, 2016.
- MELO, E. de A. *et al.* Capacidade antioxidante de hortaliças submetidas a tratamento térmico. **Nutrire: revista da Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 85-95, 2009.
- MENDONÇA, L. M. V. L. *et al.* Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti (Citrus latifolia Tanaka). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, p. 870-874, 2006.
- PEREIRA, A. C. da S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutas tropicais e cítricas produzidas no Ceará**. 2009. 120 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE.

PRIOR, R.; CAO, G. In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v. 27, n. 11, p. 1173-1181, 1999.

STROHECKER, R.; HENNING, H. **Analisis de vitaminas: metodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, p. 428, 1967.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA – UNICAMP. 4 ed. revisada e ampliada. Campinas: NEPA- UNICAMP, p. 161, 2011.

Capítulo 2

Caracterização físico-química dos frutos de caqui (*Diospyros kaki* L.)

Leirson Rodrigues da Silva*¹; Paulo Cezar da Cunha Júnior²; Anita Santos Duarte³; Mariá Toledo de Carvalho Silva⁴; Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa⁵, Lilia Aparecida Salgado de Morais⁶

Resumo

O caqui (*Diospyros kaki* L.) é um fruto pertencente à família *Ebenaceae* e está atualmente entre as principais espécies frutíferas cultivadas no mundo. O fruto contém ampla gama de constituintes físico-químicos e funcionais com benefícios voltados para a promoção da saúde humana. O objetivo deste estudo foi efetuar a caracterização físico-química dos frutos de caqui no estágio “maduro” (coloração vermelha da casca) e em ponto ideal de colheita. Foram colhidos frutos de caqui em plantas procedentes de quintal doméstico em Miguel Pereira, RJ. Para a caracterização dos frutos, realizaram-se as seguintes análises: massa fresca (g), comprimentos longitudinal e transversal (mm), DL/DT (índice de formato), rendimento em polpa (%), sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (% ácido málico), SS/AT (relação de sabor), pH e ácido ascórbico (mg/100 g). Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, com obtenção dos valores médios e desvios padrão dos frutos de caqui. Os resultados apresentaram boas características de qualidade para os atributos físico-químicos avaliados, destacando as quantidades significativas de sólidos solúveis (18,23 °Brix) e elevado rendimento em polpa (71,79%), o que demonstra o potencial de utilização dos frutos para o consumo *in natura* e quando destinados à industrialização.

Palavras-chave: Pós-colheita. Qualidade. Sólidos Solúveis.

¹Doutorando em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. E-mail: rodriguesleirson@yahoo.com.br

²Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. E-mail: pc.cunha.alim@gmail.com

³Graduanda em Agronomia, Departamento de Horticultura, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. E-mail: sduarteanita@gmail.com

⁴Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. E-mail: mariahtoledo@msn.com

⁵Doutora em Ciência dos Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. E-mail: mivone@gmail.com

⁶Doutora em Horticultura, Embrapa Agrobiologia. E-mail: lilia.salgado.pesquisadora@gmail.com

Introdução

O caqui (*Diospyros kaki* L.) é uma frutífera pertencente à família *Ebenaceae*. Originária da Ásia, a espécie tem sido relatada como de grande expressão socioeconômica no mundo, sendo o continente asiático responsável por cerca de 91% da produção mundial. A China principal produtor da cultura contribui com 77% de toda a produção global. A cultura do caqui vem ganhando importância no Brasil, tanto pela área plantada quanto pelo aumento da produção. A região Sudeste é responsável pela maior produção dos frutos de caqui no país, tendo o Estado de São Paulo como o maior produtor, com participação de 65% da produção nacional (FAOSTAT, 2018; IBGE, 2018).

O caqui é uma espécie perene, de porte arbóreo e caducifólia. Seus frutos são do tipo ovoides variando bastante em cor, forma e tamanho. Quando maduros possuem coloração vermelha e são bem adocicados. O caquizeiro tem sido cultivado há anos e classificado como planta rústica e com elevada capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais. A maioria das variedades cultivadas tem tendência para a produção de frutos partenocárpicos, ou seja, frutificam mesmo que não haja polinização, resultando em frutos sem sementes (SILVA *et al.*, 2006).

Frutos de caqui tem sido alvo de um grande número de pesquisas nas áreas de ciência e tecnologia de alimentos. O fruto é de grande utilidade, principalmente quando consumido na forma *in natura* ou quando destinado à produção de vinagre de caqui e frutos secos (CAVALCANTE *et al.*, 2007). As características de alto rendimento em polpa, elevado teor de sólidos solúveis e de compostos bioativos presentes no fruto, são bem importantes, principalmente pela contribuição dos efeitos benéficos que estes podem proporcionar a saúde humana e estarem relacionados à redução do risco e desenvolvimento de doenças.

Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo determinar as características físico-químicas dos frutos de caquizeiro provenientes de quintal doméstico do município de Miguel Pereira, RJ.

Material e métodos

Foram colhidos frutos de três árvores de caquizeiro provenientes de quintal doméstico, localizado no município de Miguel Pereira, RJ, a aproximadamente 618 m de altitude, apresentando como coordenadas geográficas: 22°27'14'' de latitude sul e 43°28'08'' de longitude oeste do meridiano de Greenwich. Segundo classificação de Köppen, o clima dessa região é do tipo Cwa,

caracterizado como tropical de altitude, com precipitação pluviométrica média de 1,610 mm, temperatura mínima e máxima de 11,1 e 23,1°C, respectivamente.

Os frutos foram colhidos diretamente na copa da planta, tomando-se como índice de colheita a coloração do fruto maduro (casca avermelhada), sendo coletados 10 frutos de diferentes plantas. Posteriormente, os frutos foram conduzidos ao Laboratório Analítico de Alimentos e Bebidas na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica-RJ, onde foram realizadas as análises.

Os frutos foram avaliados quanto às características físicas: massa fresca (g) do fruto, que foi obtida utilizando-se balança semi-analítica; diâmetros longitudinais e transversais (mm), relação diâmetro longitudinal e transversal (DL/DT), determinados com auxílio de paquímetro manual e rendimento em polpa do fruto (%).

Para as avaliações físico-químicas foram realizadas a retirada da casca e o despulpamento do fruto. Em seguida, a polpa foi homogeneizada em gral pistilo e, a partir desta, procederam-se as análises. Os teores de sólidos solúveis foram determinados utilizando-se refratômetro digital, modelo PR-100 Pallette Atago e os resultados expressos em °Brix (AOAC, 2016). A determinação da acidez titulável, por meio de titulação com solução de NaOH 0,1 N e os resultados expressos em % de ácido málico (AOAC, 2016). Determinou-se também a relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT). O pH foi determinado, por meio de um potenciômetro digital, modelo pH Meter Tec-2, com soluções de pH tampão 4 e 7 (AOAC, 2016). O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado mediante metodologia descrita por Arya, Mahajan e Jain (2000) e os resultados expressos em mg/100 g de polpa.

Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva, calculando-se as médias das características avaliadas e seus respectivos desvios padrão.

Resultados e discussão

A caracterização física dos frutos de caqui é apresentada na Tabela 1.

Resultados apresentados para a avaliação da massa fresca em frutos de variedades de caqui foram relatados por Cavalcante *et al.* (2007) e Sá *et al.* (2018). A massa fresca dos frutos é uma característica importante para o consumo e mercado de frutas frescas, uma vez que frutos com maior peso são mais atrativos ao público consumidor e, conseqüentemente, mais lucrativos para os produtores (SÁ *et al.*, 2018).

Sá *et al.* (2018) ao estudar o diâmetro longitudinal e transversal em frutos de variedades de caqui encontraram resultados médios de 5,40 e 6,03 cm, respectivamente. Esses parâmetros tornam-

se extremamente desejáveis, uma vez que os frutos de caqui são classificados comercialmente em relação à medida de seus diâmetros. No que diz respeito ao índice de formato do fruto, esse é um parâmetro físico importante para frutos destinados ao mercado *in natura* e que de acordo com a literatura o fruto de caqui é caracterizado como de formato ovoide.

Tabela 1 - Características físicas dos frutos de caqui provenientes de Miguel Pereira, RJ

Características físicas	*Valores
Massa fresca (g)	129,01±0,01
Diâmetro longitudinal (mm)	39,16±0,02
Diâmetro transversal (mm)	59,46±0,02
DL/DT	0,66±0,03
Rendimento em polpa (%)	71,79±0,02

*Valores médios ± desvios padrão da média. Foram avaliados: 10 frutos.

Pode-se observar que o rendimento de polpa é muito alto, já que o caqui é um fruto partenocárpico, ou seja, sem sementes. Cavalcante *et al.* (2007) analisando as porcentagens de polpas em diferentes variedades de caqui observaram valores médios acima de 69%, fator este considerado de grande importância para a indústria.

De acordo com Camilo (2012) espécies frutíferas que apresentam maior massa de polpa e menor quantidade de sementes são as mais utilizadas quando destinadas ao processamento agroindustrial, devido ao seus maiores rendimentos de polpa. Ainda assim, esses frutos também são considerados como os de maior preferência para o consumo *in natura*. O tamanho influencia diretamente a qualidade e o valor do produto. Quanto maior o fruto, mais atraente será ao consumidor e, conseqüentemente, mais lucrativo será para o produtor (SÁ *et al.*, 2018).

A caracterização físico-química dos frutos de caqui é apresentada na Tabela 2.

O teor de sólidos solúveis foi bem marcante. Alguns estudos foram realizados avaliando os teores de sólidos solúveis em variedades de frutos de caqui (CAVALCANTE *et al.*, 2007; SÁ *et al.*, 2018). De acordo com Sá *et al.* (2018), o maior conteúdo de sólidos solúveis encontrados em espécies de caqui são de grande interesse e desejáveis para a indústria de processamento de frutas em vinagre e secas. Enfim, os teores de sólidos solúveis encontrados no presente estudo estão dentro dos intervalos de variação relatados na literatura.

Cavalcante *et al.* (2007) e Sá *et al.* (2018) também determinaram o conteúdo de ácidos orgânicos em frutos de variedades de caqui. A acidez do fruto é uma característica importante para a

indústria de alimentos, pois desfavorece a manifestação de microrganismos e, conseqüentemente, confere maior tempo de conservação ao produto. Por outro lado, a acidez proporciona um sabor não muito doce, o que não agrada aos consumidores de frutos *in natura* (NEGREIROS *et al.*, 2008).

Tabela 2 - Características físico-químicas dos frutos de caqui provenientes de Miguel Pereira, RJ

Características físico-químicas	*Valores
Sólidos solúveis (°Brix)	18,23±0,02
Acidez titulável (% de ácido málico)	0,16±0,01
SS/AT	119,34±0,02
pH	5,10±0,01
Ácido Ascórbico (mg/100 g)	23,46±0,03

*Valores médios ± desvios padrão da média de determinações em triplicata.

Diferentes estudos foram conduzidos avaliando a relação SS/AT em frutos de caqui (CAVALCANTE *et al.*, 2007; SÁ *et al.*, 2018). A relação entre sólidos solúveis e acidez titulável pode sofrer variação em decorrência de fatores ambientais, práticas de cultivo, qualidade de luz solar, temperatura, tipo e dosagens de fertilizantes, dentre outros. A SS/AT é considerada uma das formas mais práticas de se avaliar o sabor dos frutos (AGUIAR *et al.*, 2015).

Sá *et al.* (2018) analisando diferentes variedades de caqui encontraram valores médios de pH na mesma faixa ao do referido estudo. O pH é variável de acordo com fatores ambientais e da própria planta, porém é uma importante ferramenta para a avaliação da acidez dos frutos. Pelo valor do pH podem ser estabelecidos critérios de acidez de maneira comparativa entre os frutos (MEDEIROS *et al.*, 2009).

O conteúdo de ácido ascórbico também foi verificado em frutos de caqui (CAVALCANTE *et al.*, 2007). Um dos principais atributos qualitativos do marketing comercial são os elevados teores de vitamina C para combate e prevenção de radicais livres, aumentando a resistência imunológica e retardando o envelhecimento precoce ou natural (SANTOS; SANTOS; ROCHA, 2009).

Conclusão

Os frutos de caqui demonstraram ser de boa qualidade para o consumo *in natura*, principalmente porque contém quantidades significativas de sólidos solúveis e ácido ascórbico e além

disto, apresentaram elevado rendimento em polpa, o que é de grande importância para o setor agroindustrial.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pelo apoio e aporte financeiro, bem como a UFRRJ pela disponibilidade de infraestrutura para execução do experimento.

Referências

- AGUIAR, R. S. *et al.* Produção e qualidade de frutos de híbridos de maracujazeiro-amarelo no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 130-137, 2015.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 20th ed. Washington: AOAC, 3100p. 2016.
- ARYA, S. P.; MAHAJAN, M.; JAIN, P. Non-spectrophotometric methods for the determination of vitamin C. **Analytica Chimica Acta**, v. 417, n. 1, p. 1-14, 2000.
- CAMILO, Y. M. V. **Seleção de plantas e caracterização de frutos da cagaiteiras (*Eugenia dysenterica* D.C)**. Goiânia: Goiás, 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia /Produção Vegetal). Universidade Federal de Goiás, 2012.
- CAVALCANTE, I. H. L. *et al.* Características de frutos de cinco variedades de caqui madurados em planta o em post cosecha. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 2, p. 201-209, 2007.
- FAOSTAT. **Production quantities of caquis, caquis by country**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/data/QC/visualize>>. Acesso em: 13 jun. 2018.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 18 maio. 2018.
- MEDEIROS, S. A. F. *et al.* Caracterização físico-química de progênies de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 492-499, 2009.
- NEGREIROS, J. R. S. *et al.* Caracterização de frutos de progênies de meios-irmãos de maracujazeiro-amarelo em Rio Branco - Acre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 431-437, 2008.
- SÁ, N. S. *et al.* Caracterização pós-colheita de variedades de caqui produzidas no Cerrado de Goiás. **Agrarian**, v. 11, n. 42, p. 324-327, 2018.
- SANTOS, J. C.; SANTOS, A. P.; ROCHA, C. I. L. **Estrutura da cadeia produtiva de camu-camu no Brasil**. Relatório Final de projeto. Belém: CPATU:. 35p, 2009.
- SILVA, V. V. *et al.* **O nosso caqui: a cartilha dos produtores da região Serrana Fluminense**. Niterói: PESAGRO-RIO, 24p. (PESAGRO-RIO. Documentos, 99). 2006.

Capítulo 3

Avaliação físico-química e bioativa dos frutos de araçá-roxo (*Psidium myrtoides* O. Berg)

Leirson Rodrigues da Silva*¹; Paulo Cezar da Cunha Júnior²; Anita Santos Duarte³; Mariá Toledo de Carvalho Silva⁴; Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa⁵, Lilia Aparecida Salgado de Morais⁶

Resumo

O Brasil apresenta uma enorme diversidade de frutos nativos comestíveis, porém alguns totalmente desconhecidos dos nossos circuitos comerciais. Dentre esses frutos encontra-se o araçá-roxo (*Psidium myrtoides* O. Berg), com grande potencial na indústria alimentícia, devido a sua composição nutricional e funcional. Desta forma, objetivou-se avaliar os parâmetros físico-químicos e bioativos dos frutos de araçá-roxo no estágio “maduro” (coloração arroxeadada da casca) e em ponto ideal de colheita. Foram colhidos frutos de araçá-roxo em plantas procedentes de quintal doméstico em Miguel Pereira, RJ. Para a composição físico-química dos frutos, realizaram-se as seguintes análises: sólidos solúveis, acidez titulável, SS/AT, pH e ácido ascórbico; bioativas: carotenoides totais, flavonoides amarelos, antocianinas totais, fenólicos totais e DPPH. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, com obtenção dos valores médios e desvios padrão dos frutos de araçá-roxo. As análises foram realizadas em triplicata. Os frutos estudados demonstraram ser fontes importantes de componentes bromatológicos e funcionais, com respaldo aos elevados valores para sólidos solúveis da polpa (14,50 °Brix), fenólicos totais da casca (116,48 mg GAE/100 g) e DPPH da casca (1084,12 µmol TE/100 g), caracterizando-se desta forma com um produto de elevado valor acrescentado voltado a promoção da saúde humana.

Palavras-chave: Fenólicos. Pós-Colheita. Qualidade.

¹ Doutorando em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. E-mail: rodriguesleirson@yahoo.com.br

² Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. E-mail: pc.cunha.alim@gmail.com

³ Graduanda em Agronomia, Departamento de Horticultura, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. E-mail: sduarteanita@gmail.com

⁴ Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. E-mail: mariahtoledo@msn.com

⁵ Doutora em Ciência dos Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. E-mail: mivone@gmail.com

⁶ Doutora em Horticultura, Embrapa Agrobiologia. E-mail: lilia.salgado.pesquisadora@gmail.com

Introdução

A mata atlântica é uma das florestas mais ricas em biodiversidade de plantas do planeta com constatação de mais de 450 espécies encontradas. A biodiversidade existente nesse bioma proporciona a ocorrência de muitas variedades de frutos exóticos com benefícios voltados à promoção da saúde humana e além disto podem servir como matéria-prima em muitos alimentos como geleias, sorvetes ou simplesmente serem consumidos ao natural. Entretanto, a maioria destes frutos são desconhecidos, devido à dificuldade de manejo para algumas plantas, falta de conhecimento sobre características físico-químicas, além do clima de algumas regiões não favorecerem o seu cultivo (THOMAS *et al.*, 1998; NERI-NUMA *et al.*, 2013).

Dentre os frutos com grande potencial para consumo e comercialização, porém pouco conhecidos no Brasil, destaca-se o araçá-roxo. Pertencente à família *Myrtaceae*, o fruto apresenta ampla distribuição no país, sendo considerada uma espécie endêmica da Mata Atlântica (SOUZA e LORENZI, 2005). O araçá roxo, é um fruto comestível que merece destaque principalmente pelo seu sabor e aroma agradável e que terá boa aceitação entre os consumidores. O fruto é pequeno com coloração arroxeada da casca e polpa quando maduro. Apresenta três sementes revestidas por uma fina película e sua polpa é consistente unida a casca, dificultando sua separação (SANTOS, 2015).

De acordo com Santos (2015) a espécie é relatada por conter alto teor de compostos bioativos e nutracêuticos, responsáveis diretamente por exercerem funções essenciais para a promoção da saúde e a redução do risco e desenvolvimento de doenças. Entretanto, a literatura não destaca um estudo completo sobre este fruto com análise físico-química e bioativa das suas partes isoladas: casca, polpa e semente, além de apresentar poucas informações sobre as potencialidades tecnológicas.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição físico-química e bioativa dos frutos de araçazeiros oriundos de Miguel Pereira, RJ, assegurando seu potencial de utilização e a fim de quantificar particularidades a respeito da sua composição detalhada.

Material e métodos

Foram colhidos frutos de araçá-roxo provenientes de quintal doméstico, localizado no município de Miguel Pereira, RJ, a aproximadamente 618 m de altitude, apresentando como coordenadas geográficas: 22°27'14'' de latitude sul e 43°28'08'' de longitude oeste do meridiano de Greenwich. Segundo classificação de Köppen, o clima dessa região é do tipo Cwa, caracterizado

como tropical de altitude, com precipitação pluviométrica média de 1,610 mm, temperatura mínima e máxima de 11,1 e 23,1°C, respectivamente.

Os frutos foram colhidos diretamente na copa da planta, tomando-se como índice de colheita a coloração do fruto maduro (casca arroxeadada) e sem a presença de injúrias ou sinais de senescência. Posteriormente, os frutos foram conduzidos ao Laboratório Analítico de Alimentos e Bebidas na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica-RJ. Logo após a seleção, os frutos foram lavados com sabão comercial, realizada a sanitização com hipoclorito de sódio e secos com papel absorvente. Posteriormente, foi separado a casca e polpa, sendo ambas as partes acondicionadas em potes de polietileno e armazenadas a -20 °C até o momento de realização das análises físico-químicas e bioativas.

Os teores de sólidos solúveis foram determinados utilizando-se refratômetro digital, modelo PR-100 Pallette Atago e os resultados expressos em °Brix (AOAC, 2016). A determinação da acidez titulável, por meio de titulação com solução de NaOH 0,1 N e os resultados expressos em % de ácido cítrico (AOAC, 2016). Determinou-se também a relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT). O pH foi determinado, por meio de um potenciômetro digital, modelo pH Meter Tec-2, com soluções de pH tampão 4 e 7 (AOAC, 2016). O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado mediante metodologia descrita por Arya, Mahajan e Jain (2000) e os resultados expressos em mg/100 g de polpa.

Foram avaliados os seguintes compostos bioativos dos frutos de araçá-roxo: carotenoides totais mediante metodologia proposta por Higby (1962) e os resultados expressos em mg/100 g; flavonoides amarelos e antocianinas totais conforme Francis (1982) e os resultados expressos em mg/100 g; compostos fenólicos totais de acordo com Swain e Hillis (1959) e os resultados expressos em mg GAE/100 g e DPPH mediante Rufino *et al.* (2010) e os resultados expressos em µmol TE/100 g.

Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva, com obtenção dos valores médios e desvios padrão dos frutos de araçá-roxo. As análises foram realizadas em triplicata.

Resultados e discussão

A composição físico-química da polpa dos frutos de araçá-roxo é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição físico-química da polpa dos frutos de araçá-roxo provenientes de Miguel Pereira, RJ

Físico-química	*Valores
Sólidos Solúveis (°Brix)	14,50±0,01
Acidez Titulável (%)	1,48±0,01
SS/AT	9,75±0,02
pH	2,80±0,01
Ácido Ascórbico (mg/100 g)	24,53±0,02

*Valores médios ± desvios padrão da da média de determinações em triplicata.

A composição bioativa de partes constituintes dos frutos de araçá-roxo é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição bioativa de partes constituintes dos frutos de araçá-roxo provenientes de Miguel Pereira, RJ

Frutos	Compostos bioativos				
	CT	FA	ANT	FT	DPPH
Polpa	0,13±0,01	7,98±0,02	8,72±0,03	74,64±0,01	893,25±0,03
Casca	0,52±0,02	25,07±0,08	71,65±0,01	116,48±0,03	1084,12±0,02

Valores médios ± desvios padrão da média de determinações em triplicata. CT = Carotenoides totais (mg/100 g); FA = Flavonoides amarelos (mg/100 g); ANT = Antocianinas totais (mg/100 g); FT = Fenólicos totais (mg GAE/100 g); DPPH ($\mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$).

A caracterização físico-química e bioativa dos frutos de araçá-roxo avaliados neste estudo permitiu verificar que os valores médios obtidos foram próximos aos encontrados em pesquisas relacionadas a espécies de araçás oriundas de diferenciados biomas (NERI-NUMA *et al.*, 2013; SANTOS, 2015; SOUZA *et al.*, 2018).

Topuz *et al.* (2005), retrata que a composição nutracêutica e funcional de espécies frutícolas sofre variações em função do clima e tipo de solo, além de outras variáveis como fertilização, grau de maturação e cultivares, o que pode justificar as variações encontradas em diferentes estudos e pesquisas conduzidas com frutos produzidos em diferentes locais e condições diversas de manejo agrícola. Foi possível observar no referido estudo que a espécie pode ser considerada fonte rica de

compostos com propriedades nutricionais e funcionais e que novos estudos a respeito da composição detalhada destas variedades frutícolas devem ser urgentemente conduzidos.

Conclusão

Os frutos de araçá-roxo demonstraram ser de boa qualidade para o consumo *in natura*, principalmente porque contém quantidades significativas de sólidos solúveis e além disto, apresentaram-se como fonte potencial de compostos bioativos com destaque para os encontrados na casca do fruto. Estes compostos estão diretamente ligados à redução do risco de doenças e voltados à promoção da saúde humana.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES pelo apoio e aporte financeiro, bem como a UFRRJ e ao Laboratório Analítico de Alimentos e Bebidas (LAAB) pela disponibilidade de infraestrutura para execução do experimento.

Referências

- AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 20th ed. Washington: AOAC, 3100p. 2016.
- ARYA, S. P.; MAHAJAN, M.; JAIN, P. Non-spectrophotometric methods for the determination of vitamin C. **Analytica Chimica Acta**, v. 417, n. 1, p. 1-14, 2000.
- FRANCIS, F. J. **Analysis of anthocyanins**. In: Anthocyanins as food colors. Markakis, P. (Ed.). New York: Academic Press, p. 181-207, 1982.
- HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene fortified orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962.
- NERI-NUMA, I. A. *et al.* Evaluation of the antioxidant, antiproliferative and antimutagenic potential of araçá-boi fruit (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh - Myrtaceae) of the Brazilian Amazon Forest. **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 70-76, 2013.
- RUFINO, M. S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.
- SANTOS, M. T. **Caracterização de compostos bioativos em frutas exóticas da Mata Atlântica**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, 2015.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática (guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II)**. Instituto Plantarum, 2005.

SOUZA, R. S. *et al.* **Avaliação físico-química do fruto araçá-boi (*Eugenia stipitata* Macvaugh) cultivado na mesorregião do sudoeste mato-grossense. *Revista Destaques Acadêmicos*, v. 10, n. 3, p. 157-169, 2018.**

SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. - The quantitative analysis of phenolic constituents. ***Journal of the Science of Food and Agriculture***, v. 10, n. 1, p. 63- 68, 1959.

THOMAS, W. M. *et al.* Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. ***Biodiversity and Conservation***, v. 7, n. 3, p. 311-322, 1998.

TOPUZ, A. M. *et al.* Physical and nutritional properties of four Orange varieties. ***Journal of Food Engineering***, v. 66, n. 3, p. 519-523, 2005.

Capítulo 4

Geleia tradicional e *diet* da polpa da fruta exótica caferana

Gilma Auxiliadora Santos Gonçalves^{*1}; Gilson Gustavo Lucinda Machado²; Camila Pâmela Bertolin³; Karoline Aparecida da Cruz Arruda²

Resumo

O objetivo desse trabalho foi desenvolver geleia tradicional e *diet* de caferana preservando seu valor nutricional e bioativo. As geleias foram elaboradas em três formulações (tradicional e *diet* 1: maltodextrina, ciclamato de sódio e sacarina sódica, e *diet* 2: sucralose e estévia). Foram realizadas análises de coloração (L*, H* e C*), perfil de textura, acidez titulável, pH, sólidos solúveis, umidade, antocianinas e fenólicos totais. A geleia tradicional apresentou valores de L* igual a 36,29; H* de 39,36 e C* 29,94; se diferenciando da formulação. O único parâmetro de textura diferente entre as geleias foi a elasticidade, a qual foi maior na tradicional. As geleias apresentaram pH médio de 5,01; acidez titulável de 0,04 %; sólidos solúveis 21,3-27,3 (geleias *diet*) e 51% (geleia tradicional); umidade de 52 % para geleia tradicional e média de 66,5% para *diet*. As antocianinas foram estatisticamente iguais para todas as amostras (média 1 mg/100g), enquanto os compostos fenólicos variaram em todos os tratamentos (3,63 a 15,63 mg/100g). Conclui-se que as geleias elaboradas apresentaram boa coloração e textura, porém os sólidos solúveis e pH ficaram abaixo do esperado para geleias, enquanto a umidade foi superior. Sendo necessários maiores estudos para o desenvolvimento e aperfeiçoamento das formulações.

Palavras-chave: *Bunchosia Armeniaca*. Edulcorantes. Goma xantana. Compostos bioativos.

Introdução

A Caferana (*Bunchosia Armeniaca*) é uma fruta exótica da família *Malpigceae* usada no tratamento de doenças endócrinas, nutricionais. Estudos mostraram atividade anti-inflamatória, antifúngica, antioxidante, antibacteriana desse fruto, sendo rica em vitaminas que agem no fígado e ajudam em alguns casos contra a

¹Docente, Departamento de ensino, IF Sudeste MG, campus Barbacena- MG.

²Graduando de tecnologia em alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG), campus Barbacena- MG.

³Tecnóloga em alimentos, IF Sudeste MG, campus Barbacena- MG.

*Autor para correspondência: gilma.goncalves@ifsudestemg.edu.br

hepatite (PREMATHILAKA; SILVA, 2016).

A Caferana não é muito conhecida, possui sabor amendoado e textura macia, comumente usada no Brasil e em regiões produtoras como ornamento. É conhecida como cafezinho ou café-do-amazonas, ameixa-brava, manteiga-de-amendoim-fruta, falso guaraná, caramela, curamela e ciruela.

Os pigmentos responsáveis por sua coloração vermelha intensa possuem alto potencial antioxidante, pois contêm flavonoides, licopeno, compostos fenólicos (Rutina, vitexina e quercitina), antocianina, β -caroteno, além de ser fonte de vitamina C e cafeína (SILVA *et al.*, 2015).

Evidências cada vez mais convincentes sugerem que os benefícios de compostos bioativos podem ser ainda maiores do que atualmente é entendido, porque o estresse oxidativo induzido por radicais livres está envolvido na etiologia de uma ampla gama de doenças crônicas (LIU, 2004), nesse sentido, pesquisas que identifiquem potenciais fontes desses compostos devem ser estimuladas.

Considerando seus atributos físicos e bioativos, essa fruta, ainda pouco estudada, possui grande potencial para processamento de geleias, o que permitirá o aumento de sua vida útil, agregação de valor à matéria-prima além da possibilidade de diversificar e estimular seu consumo.

Geleia de frutas apresenta ótima aceitação comercial, embora por apresentar considerável aporte calórico, deve ser evitado por alguns consumidores; o que evidencia a necessidade de disponibilizar produtos *diet*. Justificando assim que mais estudos precisam ser feitos para o desenvolvimento de produtos dessa natureza.

Dessa forma o objetivo desse trabalho foi desenvolver geleia tradicional e *diet* de caferana preservando seu valor nutricional e bioativo.

Material e métodos

As geleias foram desenvolvidas no setor de Industrialização e beneficiamento - vegetais e as análises realizadas no laboratório de análises físico-químicas do IF Sudeste, MG, campus Barbacena.

Os frutos foram obtidos de produtores rurais da região de Barbacena e a fabricação das geleias seguiu as seguintes etapas de processamento: seleção, pré-lavagem, sanitização (100 mg/L por 10 Min.), extração manual da polpa, formulação (Tradicional, *diet* 1: maltodextrina, ciclamato de sódio e sacarina sódica e *diet* 2: sucralose e estévia). Na sequência foi feita a cocção e concentração dos ingredientes até a obtenção do ponto final, determinando pelo teste da colher, observando a consistência de formação do gel; envase em potes plásticos com tampa e sanitizados, rotulagem e finalmente armazenadas refrigeradas até o momento das análises (média de 7 dias).

Análises

Coloração: determinada através de colorímetro *konica Minolta CR400*, utilizando o sistema de escala de cor L*, a* e b* (CIELAB), previamente calibrado. Os valores de a* e b* foram utilizados para cálculo dos valores de ângulo Hue (h*) e cromaticidade (c*) usados na avaliação da cor das geleias.

Textura: utilizado o texturômetro TA.XT (*Stable Micro Systems*). As condições de operação do equipamento foram: sensor "probe" cilíndrico de alumínio com diâmetro de 3,3 cm, velocidade de teste 2,0 mm/s, distância 10,0 mm e força 1,0 g. Foram avaliados os parâmetros de firmeza, coesividade, elasticidade, adesividade, gomosidade e mastigabilidade, usando 100 gramas da amostra.

pH: determinado utilizando-se pH-metro *TEKNA T-1000*.

Acidez titulável: determinada por titulação e os resultados expressos em g/100g de ácido cítrico.

Sólidos solúveis (%): determinado através do método de refratometria, utilizando-se refratômetro digital marca *Instrutherm RTD-45*.

Umidade: determinada por gravimetria em estufa de secagem e esterilização *Deleo A4SE* a 105 °C até massa constante de massa seca. Pesou-se 2,0 g de amostra em cápsula de porcelana previamente tarada. As mesmas foram levadas à estufa com circulação de ar até peso constante. Os resultados foram expressos em g / 100g.

Antocianinas: Antocianinas monoméricas (AM): serão quantificadas seguindo-se o método do pH diferencial, que segue a equação:

$$A = (A_{510\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH} = 1,0} - (A_{510\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH} = 4,5} \quad (1)$$

O conteúdo de antocianinas monoméricas (AM) será calculado como cianidina-3- glicosídeo (PM = 449,2) através da equação:

$$\text{AM (mg } 100 \text{ mL}^{-1}\text{)} = A \times \text{PM} \times \text{fator de diluição } \epsilon (22900) \times 1 \quad (2)$$

Onde: A= Absorbância e ϵ = Absortividade Molar

Compostos fenólicos totais: Os extratos serão obtidos como descrito por por Rufino *et al.*

(2007). Foi utilizado ácido gálico como padrão de referência e os resultados serão expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico (mg GAE/100 g de matéria fresca).

Delineamento experimental e análise estatística: utilizou-se delineamento inteiramente casualizado – DIC, sendo 3 tratamentos (geleia tradicional, *diet* 1 e *diet* 2), com três repetições. Os resultados dessas análises foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa estatístico Sisvar.

Resultados e discussão

Os resultados das análises físico-químicas das geleias de Caferana são apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Caracterização geleias tradicional e *diet* elaboradas com caferana

Parâmetro	Geleia tradicional	Geleia <i>diet</i> 1*	Geleia <i>diet</i> 2
L*	36,29 b	39,83 a	39,62 a
H*	39,36 b	48,61 a	49,53 a
C*	29,94 b	43,24 a	42,94 a
Firmeza (N)	7,18 a	7,60 a	8,96 a
Adesividade	- 1379,60 a	-925,36 a	-717,73 a
Elasticidade	1,00 a	0,93 b	0,93 b
Mastigabilidade (J)	49,88 a	51,03 a	61,43 a
Gomosidade (N)	4,91 a	5,35 a	6,48 a
Coesividade (N)	0,0083 a	0,0070 a	0,0074 a

Fonte: dos autores

Legenda: **Diet* 1: Maltodextrina, ciclamato de sódio e sacarina sódica, *Diet* 2:

Nota: Médias seguidas de letras iguais, na linha, são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Em relação a análise de coloração verificou-se que a geleia tradicional diferiu estatisticamente em todos os parâmetros testados (L*, H* e C*) das geleias *diet*. O valor L* expressa a luminosidade ou claridade da amostra e pode variar de 0 a 100. Deste modo, quanto mais próximo ou mais distante de 100, mais clara ou mais escura será a amostra. As amostras de geleia *diet* apresentaram maior valor de L* estatisticamente igual e maior que a geleia tradicional, indicando serem mais claras.

Oliveira *et al.* (2017) na avaliação dos aspectos físico-químicos de geleia de pitáia

encontraram valores semelhantes de luminosidade (L^*) para geleia de pitaia 39,22, semelhante ao das geleias *diet* deste estudo.

O ângulo de hue (H^*) ou ângulo de cor determina a tonalidade, assumindo valor 0° para a cor vermelho-púrpura e 90° para amarela. As amostras de geleia *diet* apresentaram um maior valor de H^* situando-se entre 48,61- 49,53, indicando que as mesmas possuem uma tonalidade vermelha, fato esperado, visto que essa é a coloração predominantemente da matéria prima quando totalmente madura como a usada neste estudo. Pereira *et al.* (2017) na elaboração e avaliação de geleia mista de caqui e morango encontraram valores de H^* situando-se entre 34,35 a 54, 29, onde a geleia que obteve maior ângulo H^* foi a que continha maior quantidade de polpa de caqui, tais valores são semelhantes aos encontrados neste estudo, corroborando para o resultado obtido.

Em relação ao croma, o qual denota a intensidade da cor foi maior para as geleias *diet*, demonstrando maior pureza da cor quando comparado com a geleia tradicional, com adição de açúcar, onde a caramelização pode ter influenciado na intensidade do vermelho. Furlaneto (2015) em seu trabalho sobre qualidade nutricional e aceitabilidade da geleia convencional e *light* de maná cubiu, encontrou valores de C^* situando-se entre 23,5 a 29,5 sendo valores inferiores aos obtidos da geleia de Caferana.

Na análise de textura o único parâmetro avaliado que se diferiu estatisticamente entre as geleias *diet* e tradicional foi a elasticidade. Tal fato sugere que a eliminação da sacarose, normalmente determinante da textura ideal de geleias, não compromete a textura das geleias *diet* de caferana.

A elasticidade é uma percepção de “borracha” do gel na boca. Este parâmetro é determinado quando a estrutura do gel é quebrada pela compressão inicial. Elasticidade elevada demonstra que a estrutura do gel é quebrada em poucos pedaços grandes, e reduzida elasticidade resulta em um gel quebradiço em diversos pedaços pequenos. A maior elasticidade observada na geleia tradicional indica que essa geleia apresenta textura que se quebra em pedaços maiores que os das geleias *diet* de caferana, semelhantes aos citados por Vieira *et al.* (2017) na avaliação físico-química e de textura instrumental de geleia mista de jabuticaba e pitanga, que encontraram valores de elasticidade variando entre 0,98 a 1.

Na tabela 2 são apresentadas as demais características físico-químicas das geleias de caferana.

Em relação ao pH, todas as formulações não diferiram significativamente entre si, obtendo média de 5, valores semelhantes são relatados por Bianchini (2013) no desenvolvimento de geleia de café, onde se obteve valores de pH variando entre 3,9 a 4,9, os quais foram reduzidos com a acidificação do produto. A acidez em geleias é um fator a se controlar, para que suas características físico químicas sejam mantidas, não devendo esse pH ultrapassar 3,4, e nem ser inferior a 3, a fim de

se evitar a sinérese e prejudicar a formação do gel, e conseqüentemente sua elasticidade, o que pode levar a características sensoriais indesejáveis (REZENDE *et al.*, 2013).

Tabela 2 - Caracterização geleias tradicional e *diet* elaboradas com caferana.

Parâmetros	Geleia tradicional	Geleia <i>diet</i> 1*	Geleia <i>diet</i> 2*
pH	5,06 a	5,02 a	4,96 a
Acidez titulável (%)	0,042 a	0,042 a	0,037 a
Sólidos solúveis (%)	51 a	27,3 b	21,3 b
Umidade (%)	52 b	66 a	67 a
Antocianinas (mg 100 g ⁻¹)	0,20 a	1,51 a	1,29 a
Fenólicos totais (mg 100 g ⁻¹)	3,63 c	9,63 b	15,63 a

Fonte: dos autores

Legenda: **Diet* 1: Maltodextrina, ciclamato de sódio e sacarina sódica, *diet* 2: Sucralose e estévia.

Nota: Médias seguidas de letras iguais, na linha, são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A acidez titulável das geleias variou entre 0,037 a 0,042 % de ácido cítrico, não havendo diferença entre as geleias tradicional e as *diet*. Tal valor pode ser decorrente da baixa acidez do fruto em estudo (0,06 %). Segundo Rezende *et al* (2013); a acidez em geleias não deve ser superior a 0,8% e inferior a 0,3%.

Em relação ao teor de sólidos solúveis, a variação nas formulações *diet* a média foi de 21,3 a 27,3 % não diferindo significativamente entre si; fato este que pode ser justificado pela substituição da sacarose por edulcorantes, o que acarreta na diminuição dos SST. A geleia tradicional apresentou um teor de sólidos solúveis de 51 %, diferindo significativamente da formulação *diet*, e estando abaixo do Padrão de Identidade e Qualidade de geleias e frutas (BRASIL, 1978), o qual estabelece um teor de sólidos solúveis totais, mínimo de 62 % - 65% p/p. Entretanto os valores obtidos para geleia tradicional, são superiores aos de Silva *et al.* (2013) para geleia de cajá, com adição de sacarose (39,7- 39,8 %).

Os valores de umidade variaram entre 52 a 67 % sem diferença significativa entre as geleias *diet* e tradicional. Todas as formulações apresentaram umidade máxima acima do recomendado a qual deveria ser de 38% p/p de acordo com Padrão de Identidade e Qualidade de geleias e frutas (BRASIL, 1978). Tal variação no percentual de umidade pode ter ocorrido provavelmente devido às diferenças das ligações químicas para a formação do gel, que sofre influência de diferentes ânions e suas frações iônicas em direção à capacidade de se ligar a água devido a presença de cálcio/ ou açúcar ou ainda por pouco tempo de cocção. Os valores obtidos na análise de antocianinas não se diferiram

estatisticamente entre si (média de 1,00 mg/100 g). Rababah *et al.*, (2011), avaliaram geleias de damascos, figo e laranja, e obtiveram os respectivos conteúdos de antocianinas variando de 0,67 a 0,91 mg/100 g, 1,12 a 1,64 mg/100 g, 0,68 a 0,73 mg/100 g. Assim o resultado de antocianinas deste estudo foi superior que as geleias de damasco e laranja, podendo ser considerado fonte deste composto.

O teor de compostos fenólicos totais das geleias diferiu estatisticamente entre si, obtendo valores de 3,63; 9,63 e 15,63 mg /100g, respectivamente para as geleias tradicional, geleia *diet* 1 e *diet* 2, sendo que as últimas apresentaram uma quantidade superior de compostos fenólicos totais, quando comparados a geleia tradicional. Furlaneto (2015) na elaboração de geleia convencional e *light* de maná cubiu, obteve resultados semelhantes, onde a geleia *light* obteve um maior percentual de compostos fenólicos, quando comparado a tradicional, o autor atribuiu a diferença ao fato de a geleia *diet* ter passado por um menor tempo de processamento a altas temperaturas (concentração até 52 % SS) quando comparada a geleia tradicional (concentração de até 68 % SS), dando origem a possíveis degradações de compostos nesta última, o que pode ter ocorrido no presente trabalho.

Rababah *et al.* (2011), estudou o efeito do processamento da geleia na concentração de compostos fenólicos totais em geleias e obteve os seguintes valores para geleia de morango (0,455 E.A.G mg /g), cereja (0,523 E.A.G mg /g), damasco de 0,201 E.A.G mg /g), figo (0,130 E.A.G mg /g), laranja (0,319 E.A.G mg /g).

Observou-se no presente estudo que o teor de compostos fenólicos das geleias foram inferiores ao encontrado na fruta fresca (143,18 mg/100 g), principalmente na tradicional (3,63 mg/100g, fato que pode ser justificado pela elevada temperatura do processamento o que pode levar a degradação de compostos) em comparação as geleias dietéticas (*diet* 1: 9,63 mg/100 g e *diet* 2: 15,63 mg/100 g), tal resultado corrobora para o que foi relatado anteriormente.

Conclusão

As geleias elaboradas, tanto tradicional quanto *diet* apresentaram boa coloração e textura, porém os sólidos solúveis, umidade e pH ficaram abaixo do esperado para geleias, sendo necessário maiores estudos para o desenvolvimento e aperfeiçoamento das formulações. Uma alternativa seria a elaboração de geleia de caferana mista com adição de uma fruta ácida, já que a mesma foi classificada como sendo de baixa acidez.

Referências

- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA. Resolução CNNPA n. 12, de 24 de junho de 1978. **Resolução Geral de alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Seção 1, p. 1-75, 1978.
- FURLANETO, K. A. **Qualidade nutricional e aceitabilidade da geleia convencional e light de maná cubiu**. 2015. 69 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/123222>. Acesso em 14 maio, 2019
- LIU R.H. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. **Journal of Nutrition**. v. 134, p. 3479S-85S, 2004.
- OLIVEIRA, F. M. *et al.* Aspectos físico-químicos de geleia de pitaita em comparação com geleia de outras frutas vermelhas. **Revista da jornada da pós-graduação e pesquisa- congrega**, ISSN Digital: 2526-4397, 2017.
- PALUDO, M. C.; **Estudo da capacidade antioxidante (in vitro), quantificação das antocianinas e compostos fenólicos totais da jabuticaba sabará (Myrciaria jabuticaba vell.) O. Berg e sua geleia**. 2013. 123 f. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de engenharia de alimentos, Campinas, SP. Disponível em <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/254824>. Acesso em 14 maio, 2019.
- PEREIRA, J. M. *et al.*, Elaboração e avaliação de geleia mista de caqui e morango. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.11, n. 6, p. 101-105, dez. 2017.
- PREMATHILAKA, U. L. R. R.; SILVA, G. M. S. W. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Bunchosia armeniaca*. **World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences**. v. 5 , n. 10, p. 1237-124, 2016
- RABABAH, M. T. *et al.* Eriofeja and MuhammadAl-u'datta effect of jam processing and storage on total phenolics, antioxidante activity, and anthocyanins of diferente fruits **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 91, p. 1096- 1102, 2011.
- REZENDE, F. A. *et al.* Processo de industrialização da geleia de goiaba. *In*: VII ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL. **Anais [...]** Campo Mourão: PR, nov. 2013. p. 11-13
- RUFINO, M. do S. M. *et al.* **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS.+**. Comunicado Técnico 128. Embrapa, Fortaleza, 2007.
- SILVA, S. de F *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activity of *bunchosia glandulifera*. **International Journal of Food Properties**, V.19, 2015.
- SILVA, M. J. S. *et al.* Elaboração e avaliação da qualidade sensorial e físico-química de geleia de cajá. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 8, n. 3, p. 27-31, jul-set, 2013.
- VIEIRA, A. F. *et al.* Avaliação físico-química e de textura instrumental de geleia mista de jabuticaba e pitanga. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**. v. 7, n. 2, p. 407-410, 2017.

Capítulo 5

Características da qualidade do queijo minas artesanal do Serro, Minas Gerais, em diferentes tempos de maturação

Ivy Maggessi Maia*¹; Leandro Vitor de Figueiredo²; Mariana A. Dumont³; Gabriel M. Dallago⁴; Cleube A. Boari⁵

Resumo

O queijo Minas Artesanal produzido na região do Serro – MG, destaca-se como patrimônio nacional. Esta pesquisa tem o objetivo de avaliar características de qualidade, em diferentes tempos de maturação, 3 e 17 dias. Foram colhidas 26 amostras, sendo 13 com 3 dias e 13 com 17 dias. Analisou-se peso, diâmetro, altura, pH, acidez, umidade, coliformes a 35°C, coliformes a 45°C, contagem de microrganismos psicotróficos e bactérias lácticas. Peso, altura e umidade foram menores ($p < 0,05$) com 17 dias de maturação. O pH com 17 dias foi superior ($p > 0,05$) a dos com 3 dias de maturação. Não houve ($p > 0,05$) variação na acidez dos queijos nos tempos avaliados. A umidade com 17 dias foi inferior ($p < 0,05$) a dos com 3 dias. O percentual de 92,3% com 3 dias apresentou umidade superior e com 17 dias 100% foi inferior ao limite legal (45,9 g.100g⁻¹). O percentual de 92,3% e 53,84% com 3 dias apresentou enumeração acima do limite legal de coliformes 35°C (5×10^3 NMP/g) e coliformes 45°C ($5,0 \times 10^2$ NMP/g). Com 17 dias a enumerações de coliformes 35°C e coliformes 45°C inferiores ao limite legal. Não há limites legais para a contagem total de microrganismos psicotróficos e de bactérias lácticas nos queijos artesanais.

Palavras-chave: Acidez, físico-química, maturação, microbiologia

Introdução

O queijo Minas Artesanal produzido na região do Serro, Minas Gerais, destaca-se como patrimônio nacional. A sua produção é de suma importância econômica e social, portanto deve ser

¹Mestranda, Programa de Pós-Graduação na Ciência e Tecnologia de Alimento, UFVJM, e-mail: ivy_mm91@hotmail.com

²Mestre, Programa de Pós- Graduação da Zootecnia, UFVJM

³Técnica, Departamento de Zootecnia, UFVJM

⁴Mestre, Programa de Pós- Graduação da Zootecnia, UFVJM

⁵Professor, Departamento de Zootecnia, UFVJM

protegida e valorizada. No período de maturação de queijos ocorrem diversas transformações físico-químicas e microbiológicas, as quais são primordiais sobre suas características finais de sabor e textura. Conforme legislação vigente (MINAS GERAIS, 2013) estabelece um período de maturação de 17 dias, sendo o tempo mínimo para a redução de populações microbianas patogênicas e dos possíveis riscos de doenças veiculadas por queijos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros físico-químicos e microbiológicos em dois tempos de maturação de queijos artesanais produzidos na região do Serro-MG.

Material e métodos

Amostragem

Em 13 propriedades rurais de Queijo Minas Artesanal do Serro, localizadas no Município do Serro, Minas Gerais, coletaram-se duas amostras de queijo produzidas com leite cru, em dois tempos de maturação: 3 dias e 17 dias.

As amostras foram colocadas em sacos de polietileno e transportadas sob- refrigeração.

As análises físico-químicas e microbiológicas foram conduzidas no setor de Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri – MG.

Acidez titulável dos queijos

A acidez titulável foi determinada a partir de alíquotas de 10 g de queijo processado e homogeneizado em 50 mL de água destilada com temperatura de 40°C, a titulação da amostra com solução de hidróxido de sódio a 0,1 N, em presença de fenolftaleína. Os resultados foram expressos em g ácido láctico/100g (BRASIL, 2008).

pH dos queijos

Determinou-se o pH dos queijos em solução obtida pela homogeneização de alíquotas de 10 g de queijo e 20 mL de água destilada. Fez-se o uso do pHmetro modelo mPA-210 (MS TECNOPON), acoplado com eletrodo de imersão (BRASIL, 2008; BRASIL, 2006; AOAC, 2005).

Teor de umidade dos queijos

O teor de umidade ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) foi obtido pela perda de massa em 5g de amostra de queijo, determinado por gravimetria em estufa regulada a 102°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) durante 3 horas, procedendo-se a primeira pesagem e 1 hora entre as pesagens até o peso constante (BRASIL, 2006; BRASIL, 2008; AOAC, 2005).

Peso e diâmetro dos queijos

O peso dos queijos foi aferido em balança de precisão. O diâmetro a partir do uso do paquímetro.

Quantificação de coliformes a 35°C e coliformes a 45°C nos queijos

Nas análises de coliformes a 35°C e coliformes a 45°C utilizou-se a técnica do número mais provável, com uso de séries de três tubos. Os resultados foram expressos em $\text{NMP} \cdot \text{g}^{-1}$ para os queijos (SILVA *et al.*, 2010)

No teste presuntivo de coliformes totais fez-se uso do caldo lauril sulfato triptose (MICROMED – Brasil) e incubação em estufa BOD a 35°C por 24/48 horas. Deste modo, para teste confirmativo de coliformes a 35°C , dos tubos do teste presuntivo, para reações positivas, transferiram-se alíquotas para tubos contendo caldo bile verde brilhante (HIMEDIA – Índia), com uma incubação a 35°C por 24/48 horas.

Na avaliação de coliformes a 45°C foram quantificados com a transferência de alíquotas dos tubos de ensaio com reações positivas para o teste de presuntivo de coliformes totais para tubos contendo caldo EC (MICROMED – Brasil), com incubação em banho-maria a uma temperatura de 45°C por um período de 24/48 horas.

Contagem de microrganismos psicrotróficos

A contagem de microrganismos psicrotróficos foi feita a partir da inoculação de alíquotas de diluições apropriadas em placas de Petri. Sobre as quais foram vertidas ágar nutriente, em camada sobre camada, com incubação a uma temperatura de 7°C por um período de 10 dias. Após enumeração das colônias os resultados foram expressos em UFC/g (SILVA *et al.*, 2010)

Contagem total de bactérias lácticas nos queijos

A quantificação de bactérias lácticas foi realizada a partir de inoculação de alíquotas de diluições em placas de Petri. Foi utilizado ágar MRS, vertido em camada e sobre camada da alíquota, incubadas a uma temperatura de 32°C por 48 horas. As colônias enumeradas obtiveram os resultados expressos a partir de UFC/g (SILVA *et al.*, 2010).

Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em que o tempo de produção foi considerado como tratamento e as propriedades consideradas como repetições.

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram conduzidos a partir das análises de variância, as médias foram comparadas por meio do teste de T a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico R, versão 3.4.1 (R CORE TEAM, 2017).

Resultados e discussão

Caracterização físico-química

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios seguidos de desvio padrão e coeficiente de variação obtidos nas análises físico-química das vinte e seis amostras de Queijos Minas Artesanal do Serro – MG de treze propriedades rurais.

A acidez apresentou 43,67% de CV para os queijos de 3 dias e 52,07% para os queijos de 17 dias, e de acordo com Sampaio (1998), valores até 30% são considerados normais. Essa variação pode ser elucidada pelo fato de os queijos serem produzidos a partir do “Pingo”, um soro-fermento não padronizado, que apresenta variações quanto a concentração de bactérias lácticas (BAL), sendo essas, responsáveis pela produção de ácido láctico a partir da hidrólise da lactose. Entre os tempos 3 e 17 a acidez não variou estatisticamente a ($p>0,05$) pelo teste T.

Ao longo do processo de maturação dos queijos ocorre a perda de peso, conseqüentemente diminuem a altura e o diâmetro, como mostra na tabela 1, ao comparar queijos de 3 e 17 dias de maturação a 5% de probabilidade pelo teste T. Isto é o resultado da perda de umidade que ocorre devido à redução do pH observada nos primeiros dias e pela perda da umidade para o ambiente (ESKIN *et al.*, 2015). A atividade de BAL hidrolisando a lactose e produzindo ácido láctico diminuem

o pH, e, ao chegar próximo a 4,6, iguala-se ao ponto isoelétrico da caseína, liberando água. Avançando-se o processo de maturação, o pH tende a subir, como mostra a tabela 1. Os queijos de 3 dias apresentaram médias de 49,39 g.100g⁻¹ de umidade e estavam fora do padrão exigido à comercialização de acordo com o Decreto 44.864 de agosto de 2008, define que os queijos devem ter umidade máxima de 45,9 g.100g⁻¹, denominados e caracterizados para a região do Serro como queijos de média umidade. Em contrapartida os queijos de 17 dias estavam dentro deste valor exigido.

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos de Queijos Minas Artesanal do Serro com 3 e 17 dias de maturação

Parâmetro	3 DIAS		17 DIAS	
	X ± S*	CV**	X±S*	CV**
Peso (cm)	860,01±84,2373a	9,79492	767,63±114,0203b	14,85338
Diâmetro (cm)	13,84 ± 0,5839 a	4,21710	13,06 ± 0,406457b	3,110028
Altura (cm)	5,38 ± 0,4275 a	7,94111	5,30 ± 0,707609 b	13,33176
pH	4,88 ± 0,0639 a	1,310884	5,03 ± 0,073758 b	1,465017
Acidez (g)	0,4776 ± 0,2086a	43,67404	0,39 ± 0,20388 a	52,07139
Umidade (g.100g ¹)	49,39 ± 3,2052 a	6,489601	37,51 ± 4,264816b	11,36841

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste T a 5% de probabilidade *Desvio Padrão; **Coeficiente de variação; X = média.

Microbiologia dos queijos nos tempos 3 e 17 dias

Avaliou-se os parâmetros para coliformes a 35°C, coliformes a 45°C, microrganismos psicrotróficos e de bactérias lácticas (BAL).

A contagem de coliformes a 35°C apresentou contagens superiores ao padrão legislativo (5x10³ NMP/g) em 92,3% das amostras. Para coliformes a 45°C, observou-se o percentual de 53,84% das amostras com enumeração acima do limite máximo legal (5,0x10² NMP/g) das 13 amostras avaliadas no tempo de 3 dias. As amostras de queijos com 17 dias de maturação apresentaram enumerações de coliformes a 35°C e coliformes a 45°C inferiores ao limite legal estabelecido (5,0x10³ NMP/g) e (5,0x10² NMP/g) respectivamente, estando 100% das amostras dentro dos padrões legais, conforme consta no decreto 44.864 de agosto de 2008, que dispõe sobre o processo de produção de Queijo Minas Artesanal.

Segundo Brant, Fonseca e Silva (2007) uma contagem superior ao exigido pela legislação são indícios que a obtenção da matéria prima e/ou processo de produção, apresentaram deficiências no quesito higiênico-sanitários, sendo essencial que o leite a ser utilizado, tenha qualidade microbiológica, pois níveis muito altos dessas bactérias acabam por deteriorar o queijo a ser comercializado.

Tabela 2 – Microrganismo psicrotróficos e bactérias lácticas (UFC/g) em 13 amostras de Queijos Minas Artesanal do Serro-MG em dois tempos 3 e 17 dias.

Amostras	Psicrotróficos (10^x UFC/ml ⁻¹)		Bactérias lácticas (10^x UFC/ml ⁻¹)	
	3dias	17dias	3dias	17 dias
1	$1,70 \times 10^4$	$4,80 \times 10^3$	$2,50 \times 10^6$	$5,20 \times 10^6$
2	$1,74 \times 10^7$	$1,20 \times 10^4$	$3,50 \times 10^6$	$3,20 \times 10^5$
3	$1,22 \times 10^5$	$1,73 \times 10^4$	$2,30 \times 10^6$	$1,00 \times 10^7$
4	$5,80 \times 10^6$	$1,80 \times 10^4$	$2,30 \times 10^6$	$3,90 \times 10^5$
5	$9,10 \times 10^6$	$5,30 \times 10^3$	$2,00 \times 10^7$	$4,76 \times 10^6$
6	$4,50 \times 10^3$	$5,20 \times 10^3$	$1,60 \times 10^6$	$1,50 \times 10^5$
7	$9,15 \times 10^5$	$3,40 \times 10^4$	$4,65 \times 10^6$	$1,10 \times 10^6$
8	$1,18 \times 10^6$	$3,70 \times 10^4$	$2,40 \times 10^7$	$2,90 \times 10^6$
9	$1,08 \times 10^4$	$4,00 \times 10^3$	$1,06 \times 10^7$	$3,00 \times 10^4$
10	$1,08 \times 10^6$	$2,40 \times 10^4$	$7,80 \times 10^6$	$1,30 \times 10^5$
11	$9,80 \times 10^5$	$1,60 \times 10^4$	$1,90 \times 10^6$	$3,00 \times 10^6$
12	$1,10 \times 10^4$	$1,70 \times 10^4$	$2,50 \times 10^6$	$1,10 \times 10^7$
13	$4,19 \times 10^4$	$1,30 \times 10^4$	$2,80 \times 10^6$	$8,50 \times 10^6$

Quanto aos microrganismos psicrotróficos e bactérias lácticas, a legislação não apresenta limites legais para a contagem total nos queijos artesanais. Na tabela 2 podemos observar a variação na contagem de psicrotróficos e bactérias lácticas nos 2 tempos de maturação.

No presente estudo foram encontrados valores de microrganismos psicrotróficos nos queijos de 3 dias variando entre $1,08 \times 10^4$ UFC/g a $9,10 \times 10^6$ UFC/g. Nos queijos com 17 dias de maturação a contagem de microrganismos psicrotróficos variaram entre $4,0 \times 10^3$ UFC/g a $3,70 \times 10^4$ UFC/g.

Segundo Mahieu (1991) contagens de psicrotróficos acima de $6,00 \times 10^6$ UFC/g permite que os microrganismos modifiquem o produto e reduza sua vida útil, visto que esses microrganismos são prejudiciais à qualidade do leite e seus derivados, como queijo. De acordo com Pinto, Martins e Venetti, (2006) contagens acima $6,4 \times 10^6$ UFC/g não são recomendáveis a produção de derivados lácteos a partir do leite cru. Champagne *et al.* (1994) confirmam que neste mesmo parâmetro se torna perceptível a mudança no aroma e sabor do leite, que será utilizado para produção dos queijos.

A contagem de bactérias lácticas nos queijos de 3 dias variou de $1,60 \times 10^6$ UFC/g a $2,40 \times 10^7$ UFC/g. Aos de 17 dias, a contagem de bactérias lácticas variou entre $1,30 \times 10^5$ UFC/g a $1,10 \times 10^7$ UFC/g.

De acordo com Martins (2006) as bactérias lácticas são importantes para a determinação definitiva do processo de maturação dos queijos artesanais, pois estes são produzidos a partir do leite cru. Deste modo, a temperatura ambiente na qual ocorre à maturação é um fator primordial no combate de microrganismos contaminantes, proporcionando a ação das bactérias lácticas e também a produção de metabólitos com ação inibitória e eliminação dos mesmos.

Conclusão

Conclui-se, que há variáveis nas características dos queijos entre os dois tempos de maturação, no peso, diâmetro, altura, umidade e o aumento do pH no tempo de 3 dias para o tempo de 17 dias. No tempo de 17 dias, os queijos se enquadraram nas características físico-químicas. Com relação aos parâmetros microbiológicos no tempo de 3 dias, não se enquadraram nos padrões legais para coliformes a 35°C, coliformes a 45°C, microrganismos psicrotróficos e bactérias lácticas. Contudo no tempo de 17 dias obtivemos características microbiológicas dentro dos padrões que a lei exige e ou avaliados na literatura, sendo assim adequados ao consumo humano.

Agradecimentos

À Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, ao Cnpq e à Capes pelo financiamento à pesquisa.

Referências

- AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. Gaithersburg, ed. 18, 2005.
- BRANT, L. M. F.; FONSECA, L. M.; SILVA, M. C. C. Avaliação da qualidade microbiológica do queijo-de-minas artesanal do Serro-MG. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, 2007, p.1570-1574.
- BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: IMESP, ed. 4ª, edição digital 1ª, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006. Métodos Analíticos Oficiais Físico-químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**, 14 de dezembro de 2006.
- CHAMPAGNE, C. P. *et al.*, Psychrotrophs in dairy products: their effects and their control. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 34, n. 1, p. 1 – 30, 1994.
- Decreto nº 44864 de 1 de agosto de 2008. Altera o Regulamento da Lei n. 14.185, de 31 de janeiro de 2002, que dispõe sobre o processo de produção de Queijo Minas Artesanal. Minas Gerais Diário do Executivo - 02/08/2008 Pag. 1 Col. 2.
- ESKIN, M. N. A.; SHAHID F. **Bioquímica de Alimentos**. Tradução de Claudia Coana, Yara Marina Joanna. – 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p.511, 2015.
- MAHIEU, H. Modificaciones de la leche despues de su recogida. **Leche y Productos Lacteos. La leche de la Mama a la Lecheria**. Zaragoza: Acribia, S. A., v.199, p. 181- 226, 1991.
- MARTINS, J. M. **Características Físico-Químicas e Microbiológicas Durante A Maturação Do Queijo Minas Artesanal da Região Do Serro**. Viçosa, MG, 2006.
- MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria nº 1305, de 30 de abril de 2013. **Diretrizes para a produção do queijo Minas artesanal**.
- PINTO, C. L. O.; MARTINS, M. L.; VANETTI, M. C. D. Qualidade microbiológica de leite cru refrigerado e isolamento de bactérias psicrotroficos. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 645-651, 2006.
- SAMPAIO, I. B. M. Estatística aplicada à experimentação animal. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 1998.
- SILVA, N. *et al.*, **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. São Paulo, SP: Varela, 2010.

Capítulo 6

Determinação da atividade antioxidante e de compostos fenólicos em chás comerciais vendidos em *sachets*

Bárbara Lorena Garcia Machado¹; Cássia Duarte Oliveira*²; Marcos Vinícius Fernandes Araújo Gonçalves³; Willian Duarte Pereira⁴; Harriman Aley Morais⁵

Resumo

No Brasil, chás como mate, de ervas, de flores e de frutos são muito apreciados em virtude de suas propriedades terapêuticas e principalmente devido à alegação de atividade antioxidante desta bebida, sendo essa dependente do perfil de compostos fenólicos extraídos no processo de infusão. Dessa forma objetivou-se analisar a atividade antioxidante, pelo método do DPPH e determinar o teor de compostos fenólicos totais, pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, utilizando-se o ácido gálico como padrão de referência em de infusões obtidas de chás comerciais, disponíveis no mercado varejista de Diamantina/MG. Constatou-se que as amostras de camomila, chás preto e verde, e chá 18 (mistura de ervas e frutos) foram os que apresentaram as maiores concentrações de compostos fenólicos, enquanto para as amostras que continham frutas em sua constituição e o chá mate foram os que apresentaram significativa atividade antioxidante, ou seja, taxa de inibição da auto oxidação do radical DPPH superior a 90%.

Palavras-chave: DPPH. Folin-Ciocalteu. Infusão.

Introdução

Chá é uma bebida obtida por infusão, largamente consumida no mundo, e seu uso é associado à prevenção e ao tratamento de doenças, fato este relacionado à presença de compostos fenólicos, biologicamente ativos (PEREIRA *et al.*, 2009).

¹Bióloga, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM.

²Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM.

*cassiaduartemg2@hotmail.com

³Farmacêutico, Departamento de Farmácia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM.

⁴Discente, Departamento de Nutrição, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM.

⁵Docente, Departamento de Ciências Básicas, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM.

Os chás têm sido estudados por apresentarem alta atividade antioxidante, que estão relacionados com o perfil de compostos fenólicos extraídos no processo de infusão. Tal atividade desperta interesse devido ao impacto positivo sobre as condições de saúde, vitalidade celular e corporal (MORAIS-DE-SOUZA *et al.*, 2011). O consumo de antioxidantes naturais, como os compostos fenólicos presentes na maior parte das plantas inibem a formação de radicais livres e tem sido associados a menor ocorrência de doenças relacionadas com o estresse oxidativo (DROGE, 2002). O consumo adequado de chá pode prevenir a formação de diversos tipos de câncer, como de pele, pulmão, esôfago, estômago, intestino delgado, cólon, bexiga, fígado, pâncreas, próstata e glândulas mamárias (NAKAMURA *et al.*, 2013).

Dessa forma, objetivou-se, avaliar os teores de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante de infusões obtidas de chás comerciais, disponíveis no mercado varejista de Diamantina/MG.

Material e métodos

Aquisição e preparação dos chás

Foram adquiridos os chás de diferentes espécies vegetais (18 produtos, designadas por dois algarismos arábicos), de duas marcas comerciais (designadas como A e B) em supermercados da cidade de Diamantina, Minas Gerais. Todas as amostras estavam secas, acondicionadas em *sachets* e dentro do prazo de validade estabelecido pelo fabricante.

A extração dos compostos hidrossolúveis das amostras de chás efetuadas por infusão a quente foi realizada seguindo-se as recomendações de preparo nas embalagens dos produtos adquiridos, com a finalidade de se avaliar o conteúdo de fenóis totais, bem como da atividade antioxidante, ao se consumir uma xícara do produto. Basicamente, os *sachets* foram colocados em erlenmeyer, sendo adicionados água mineral aquecida. A seguir cada amostra foi mantida em infusão por 5 minutos (marca A) ou 3 minutos (marca B). Após o resfriamento a temperatura ambiente, os extratos foram armazenados em frascos de vidro sob refrigeração (5 °C), até o momento das análises.

Determinação do teor de compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais foram quantificados pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, utilizando-se o ácido gálico como padrão de referência (NAKAMURA *et al.*, 2013). Para

o preparo da curva de calibração, alíquotas de 50 a 350 µL de ácido gálico (0,0188 mg.mL⁻¹) foram transferidas para balões volumétricos de 5 mL contendo 200 µL do reagente de Folin-Ciocalteu, completando-se o volume com solução de NaCO₃ a 10 g% (p/v). Após 30 minutos, as leituras de absorvância foram realizadas em 715 nm, utilizando-se água destilada como solução de referência (branco). Para a determinação do teor de fenólicos totais, o mesmo procedimento foi repetido, substituindo-se a solução de ácido gálico por alíquotas de 100 µL das infusões de chás recém preparadas. Todas as medições foram realizadas em triplicata.

Avaliação da atividade antioxidante

A capacidade antioxidante dos extratos foi avaliada por meio da metodologia baseada na redução de radicais livres pela transferência de elétrons (método do 2,2-difenil-1-picril-hidrazila - DPPH). Para tanto, empregou-se o estudo de Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) com modificações. Alíquotas de 1,5 mL das infusões obtidas foram colocadas em diferentes tubos de ensaio, contendo 1,5 mL de solução alcoólica de DPPH (0,1 mmol.L⁻¹). Em seguida, os tubos foram deixados em repouso por 45 minutos, em banho-maria (modelo ALB250S, Albras, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) a 60 °C, e protegidos da luz. Posteriormente, procedeu-se a medida da absorvância em espectrofotômetro (modelo SP-2000UV, Bel Photonics, Osasco, São Paulo, Brasil) a 517 nm. Uma mistura de 1,5 mL de DPPH e 1,5 mL de água mineral foi usada como controle.

A capacidade antioxidante dos extratos, foi expressa como a porcentagem de sequestro dos radicais DPPH (%SR), calculada pela Equação 1:

$$\text{Capacidade antioxidante (\%SR)} = (\text{AC} - \text{AE}) / \text{AC} \times 100 \quad (1)$$

Onde, AC e AE foram as absorvâncias da amostra controle e dos extratos, respectivamente.

Análise estatística

Os experimentos foram realizados em triplicata, sendo os resultados expressos como média ± desvio padrão. Para verificar a presença de efeitos significativos entre os diferentes tratamentos, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo os resultados processados com o software Bioestat (AYRES *et al.*, 2007). A análise de variância foi empregada para determinar o efeito do tipo de chá no teor de compostos fenólicos e na capacidade antioxidante das amostras, sendo as diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias avaliadas pelo teste de Tukey.

A correlação entre os valores da atividade antioxidante com os teores de compostos fenólicos foi determinada pelo coeficiente de correlação de Pearson (r), que mede o grau de associação entre duas variáveis, sendo o valor p determinado pelo teste *t-Student*, empregando-se o software Bioestat (AYRES *et al.*, 2007) para a análise dos dados.

Resultados e discussão

Foram realizadas visitas aos maiores mercados varejistas da cidade de Diamantina, para a identificação dos tipos de chás em *sachets* que eram os mais comercializados. Os principais produtos encontrados foram identificados com códigos numéricos e estão listados no Quadro 1.

Após a aquisição dos produtos, para cada amostra foi realizada a análise da atividade antioxidante, pelo método do DPPH, e, em seguida, a determinação do teor de compostos fenólicos totais, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Provavelmente, a presença de fitoquímicos nas frutas ou ervas empregadas na produção dos chás, tais como compostos fenólicos e flavonoides, foram solubilizados durante a obtenção das infusões e, neste sentido, contribuíram para a significativa atividade antioxidante destas amostras. Além disso, os compostos bioativos estão susceptíveis às reações de oxidações ocorridas durante o processamento das espécies vegetais e estocagem dos chás, uma vez que alguns destes compostos são instáveis.

Morais-de-Souza *et al.* (2011) avaliaram a atividade antioxidante pelo método do DPPH em infusões de chás (preto, verde, mate, camomila e erva-doce) de três marcas diferentes e observaram que para a maioria das amostras, os percentuais de inibição da oxidação do DPPH foram superiores a 80%, sendo esses resultados semelhantes ao deste estudo.

Por outro lado, estes mesmos autores (MORAIS-DE-SOUZA *et al.*, 2011) também relatam que os melhores resultados foram obtidos para amostras de chás verde (> 90%), enquanto que no presente estudo estes valores foram detectados para as amostras que continham frutas em sua constituição.

Quadro 1 – Composição dos principais chás em sachets comercializados em Diamantina/MG

Código	Nome comercial	Composição
Chá01	Morango	Frutos de morango (<i>Fragaria sp.</i>), frutos de maçã (<i>Pyrus malus</i>), flores de hibisco (<i>Hibiscus sabdariffa L.</i>), frutos e flores de rosa silvestre (<i>Rosa tanina L.</i>), folhas de estêvia (<i>Stevia rebaudiana Bert</i>) e aromatizante
Chá02	Boldo-do-chile	Folhas de boldo (<i>Pneumus boldus Molina</i>)
Chá03	Camomila	Capítulos florais de camomila (<i>Matricaria recutita L.</i>)
Chá04	Chá Verde com Maçã Verde	Folhas de chá verde (<i>Camellia sinensis (L.) Kuntze</i>), frutos de maçã (<i>Pyrus malus L.</i>) e aromatizante
Chá05	Maçã	Frutos de maçã (<i>Pyrus malus L.</i>) e aromatizante
Chá06	Erva-Doce	Frutos de erva-doce (<i>Pimpinella anisum L.</i>)
Chá07	Chá Preto Natural	Folhas e talos de chá preto (<i>Camellia sinensis (L.) Kuntze</i>)
Chá08	Capim-Cidreira	Folhas de capim-cidreira (<i>Cymbopogon citratus Stapf</i>)
Chá09	Erva-Doce	Erva-doce-nacional (<i>Foeniculum vulgare Mill</i>) – frutos
Chá10	Capim-Cidreira	Capim-Cideira (<i>Cybopogon citratus Stapf</i>) – folhas
Chá11	Chá Verde c/ Pêssego	Chá verde (<i>Camellia sinensis (L.) Kuntze</i>) – folhas e talos, pêssego (<i>Prunus pérsica (L.) Batsch.</i>) – frutos e aromatizante
Chá12	Silvestre	Hibisco (<i>Hibiscus sabdariffa L.</i>) – flores, maçã (<i>Pyrus malus L.</i>) – frutos, chicória (<i>Cichorium intybus L.</i>) – raízes, groselha negra (<i>Ribes nigrum L.</i>) – frutos, rosa silvestre (<i>Rosa canina L.</i>) – frutos, mirtilo (<i>Vaccinium myrtillus L.</i>) – frutos, framboesa (<i>Rubus idaeus L.</i>) – frutos e aromatizante
Chá13	Camomila	Camomila (<i>Matricaria recutita L.</i>) – capítulos florais
Chá14	Chá-Mate	Chá mate tostado (<i>Ilex paraguariensis St. Hill.</i>) – folhas e talos
Chá15	Morango e Pimenta	Canela-do-ceilão (<i>Cinnamomum zeylanicum Ness</i>) – cascas, hibisco (<i>Hibiscus sabdariffa L.</i>) – flores, gengibre (<i>Zingiber officinale Roscoe</i>) – rizomas, maçã (<i>Pyrus malus L.</i>) – frutos, laranja-doce (<i>Citrus aurantium L.</i>) frutos, camomila (<i>Matricaria recutita L.</i>) – capítulos florais, cravo-da-india (<i>Caryophyllus aromaticus L.</i>) – botões florais, pimenta-da-jamaica (<i>Pimenta officinalis Lindl.</i>) – frutos, pimenta do reino (<i>Piper nigrum L.</i>) frutos, morango (<i>Fragaria vesca L.</i>) – frutos, aromatizante e acidulante ácido cítrico
Chá16	Chá Verde c/ Limão	Chá verde (<i>Camellia sinensis (L.) Kuntze</i>) – folhas e talos, limão (<i>Citrus limonium Risse</i>) – casca dos frutos e aromatizante
Chá17	Doce Manhã	Maçã (<i>Pyrus malus L.</i>) – frutos, laranja-doce (<i>Citrus aurantium L.</i>) – folhas e cascas dos frutos, chá preto (<i>Camellia sinensis (L.) Kuntze</i>) – folhas e talos, rosa silvestre (<i>Rosa canina L.</i>) frutos, canela-do-ceilão (<i>Cinnamomum zeylanicum Ness</i>) - cascas, hibisco (<i>Hibiscus sabdariffa L.</i>) – flores, capim-cidreira (<i>Cymbopogon curatus Stapf</i>) – folhas, cravo-da-india (<i>Caryophyllus aromaticus L.</i>) – botões florais, acidulante ácido cítrico e aromatizantes
Chá18	Doces Sonhos	Camomila (<i>Matricaria recutita L.</i>) – capítulos florais, capim-cidreira (<i>Cymbopogon citratus Stapf</i>) – folhas, hortelã (<i>Mentha piperita L.</i>) – folhas e ramos e erva-doce nacional (<i>Foeniculum vulgare Mill.</i>) – frutos

Fonte: Dos autores, 2018.

Tabela 1 – Composição dos principais chás em *sachets* comercializados em Diamantina/MG.

Amostras	Atividade antioxidante (% inibição)	Compostos fenólicos totais (mg.mL ⁻¹)
Chá01	88,4 ± 0,82 ^e	0,19 ± 0,02 ^{bc}
Chá02	62,4 ± 0,03 ^{ij}	0,17 ± 0,05 ^{bcd}
Chá03	61,2 ± 0,21 ^j	0,29 ± 0,05 ^a
Chá04	92,5 ± 0,40 ^{bc}	0,10 ± 0,02 ^f
Chá05	91,4 ± 0,35 ^c	0,11 ± 0,00 ^{ef}
Chá06	87,5 ± 0,50 ^e	0,18 ± 0,04 ^{bc}
Chá07	87,5 ± 0,48 ^e	0,29 ± 0,02 ^a
Chá08	84,0 ± 1,14 ^f	0,09 ± 0,00 ^f
Chá09	56,4 ± 2,39 ^k	0,11 ± 0,01 ^{ef}
Chá10	68,6 ± 1,74 ^h	0,08 ± 0,02 ^f
Chá11	72,1 ± 1,19 ^g	0,29 ± 0,01 ^a
Chá12	92,6 ± 1,25 ^{bc}	0,16 ± 0,00 ^{cde}
Chá13	64,3 ± 0,46 ⁱ	0,10 ± 0,01 ^f
Chá14	90,8 ± 2,58 ^{cd}	0,21 ± 0,04 ^b
Chá15	94,1 ± 0,58 ^{ab}	0,17 ± 0,02 ^{bcd}
Chá16	93,6 ± 0,37 ^{ab}	0,33 ± 0,03 ^a
Chá17	95,7 ± 1,30 ^a	0,28 ± 0,04 ^a
Chá18	88,9 ± 1,28 ^{de}	0,13 ± 0,01 ^{def}

Fonte: Dos autores, 2018.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Nakamura *et al.* (2013) analisaram a capacidade antioxidante (expressa em equivalentes de ácido ascórbico por grama de amostra) por meio do método de redução do íon cobre em 10 tipos de chás. A capacidade antioxidante total das amostras analisadas seguiu a ordem: camomila, hortelã, carqueja, cidreira, boldo, verde, mate, preto, branco e erva doce. As diferenças dos resultados podem ser devidas aos tipos de compostos antioxidantes presentes em cada amostra.

São encontrados diferentes resultados para a capacidade antioxidante das diversas variedades de chás. Isso ocorre devido aos diferentes genótipos das espécies estudadas, aos fatores ambientais (solo, temperatura e umidade) e a época de colheita das plantas, que influenciam na variação do teor de compostos bioativos. Os diversos métodos empregados também podem originar resultados que não sejam comparáveis entre si (CHUN *et al.*, 2005; ALEZANDRO *et al.*, 2011).

Com relação ao teor de compostos fenólicos totais, foram observadas diferenças significativas, sendo os melhores resultados para os chás verde com limão, verde com pêssego, camomila, preto e doce manhã.

Assim como no presente estudo, alguns autores que também analisaram o teor de compostos fenólicos totais utilizando o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu. Lima, Mélo e Lima (2014) observaram maiores teores de compostos fenólicos no chá de boldo, mate tostado e chá preto.

Nakamura *et al.*, (2013) obteve valores superiores para o chá branco, chá de hortelã, chá preto e chá mate, respectivamente. A diferença dos valores encontrados por esses autores para a mesma espécie se deve ao fato das plantas terem sido coletadas em locais diferentes, com características distintas e também devido a parte da planta que foi utilizada para a preparação do material seco.

Vários fatores podem interferir no conteúdo de compostos fenólicos, dentre os quais se destacam as condições ambientais (sazonalidade, radiação ultravioleta, poluição atmosférica) e as agrônômicas (variedade genética, adição de nutrientes e ataques de patógenos), além da temperatura e da quantidade de água empregada no preparo das infusões, que também pode influenciar na solubilidade desses compostos (LLORACH *et al.*, 2008).

Neste estudo, ao contrário do observado por outros autores (MORAIS-DE-SOUZA *et al.*, 2011), não foi observada uma correlação significativa ($r = -0,1905$; $p = 0,4489$) entre a atividade antioxidante e o teor de compostos fenólicos totais. Apesar do potencial antioxidante depender da estrutura química dos compostos fenólicos, sabe-se que um efeito antioxidante isolado pode reagir simultaneamente com outros compostos que contribuem para potencializar essa atividade (GIADA; MANCINI FILHO, 2006), mostrando que pode haver correlação positiva ou não entre eles.

Provavelmente, a grande variabilidade na composição dos chás e a diversidade de possíveis compostos antioxidantes que não são os fenólicos, e também o processo de infusão dos chás podem ter influenciado nos resultados do presente estudo. Assim, sugere-se a realização de estudos posteriores para caracterização dos compostos fenólicos e outras possíveis substâncias antioxidantes presentes nas infusões de chás, como, catequinas, carotenos e flavonoides.

Conclusão

Verificou-se que, independente da marca, os chás que apresentavam frutas em sua composição (chá verde com maçã, maçã, silvestre, morango e pimenta, chá verde com limão, doce manhã) e o chá mate foram os que apresentaram significativa atividade antioxidante (taxa de inibição da auto-oxidação do radical DPPH superior a 90%). Para os compostos fenólicos, os melhores resultados obtidos foram para os chás verde com limão, verde com pêssigo, camomila, preto e doce manhã.

Agradecimentos

CNPq, FAPEMIG e UFVJM.

Referências

- ALEZANDRO, M. R. *et al.* Commercial spices and industrial ingredients: evaluation of antioxidant capacity and flavonoids content for functional foods development. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 527-533, 2011.
- AYRES, M. *et al.* 2007. **BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas.** Ong Mamiraua. Belém, PA.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdam, v.2 8, n. 1, p. 25-30, 1995.
- CHUN, S. *et al.* Phenolic antioxidants from clonal oregano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori*. **Process Biochemistry**, v. 40, p. 809-816, 2005.
- DROGE, W. Free Radicals in the Physiological Control of Cell Function. **Physiol Reviews.**, v. 82, n. 1, p. 47-95, 2002.
- GIADA, M. L. R.; MANCINI FILHO, J. Importância dos compostos fenólicos da dieta na promoção da saúde humana. **Ciências Biológicas e da Saúde**, Ponta Grossa, v. 12, n. 4, p. 7-15, 2006.
- LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, D. E. S. Nota prévia: teor de compostos fenólicos totais em chás brasileiros. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 7, n. 2, p. 187-190, 2004.
- LLORACH, R. *et al.* Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. **Food Chemistry**, v. 108, p. 1028-1038, 2008.
- MORAIS-DE-SOUZA, R. A. *et al.* Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de chás comercializados no Brasil. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 229-236, 2011.
- NAKAMURA, T. *et al.* Determinação da atividade antioxidante e do teor total de polifenol em amostras de chá de ervas comercializadas em *sachet*. **ABCS Health Sciences**, v. 38, n. 1, p. 8-16, 2013.
- PEREIRA, A. V. *et al.* Determinação de compostos fenólicos em amostras comerciais de chás verde e preto - *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae. **Acta Scientiarum Health Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 119-124, 2009.

Capítulo 7

Complexação de cobre com índigo carmim em soluções alcoólicas

Larissa Alves SANDES¹, Alexandre José dos Santos NETO¹, Lavínia Santos NUNES¹, Júlia Pereira SAMPAIO¹, Aléssia Carvalho SILVA¹, Cristiane Patrícia de OLIVEIRA^{*2}

Resumo

O corante índigo carmim é amplamente empregado como aditivo em alimentos e apresenta a característica de formar complexo com metais como o cobre. O cobre é um dos contaminantes da cachaça e métodos rápidos e práticos para sua análise são demandados. O objetivo para este trabalho foi estudar a presença de cobre pela formação do complexo entre o índigo carmim (IC) e o íon cobre (Cu) em soluções alcólicas para posteriormente desenvolver um método espectrofotométrico de determinação de cobre em cachaças. A metodologia abrangeu o estudo do espectro de absorção de 400 a 900 nm para soluções utilizadas na determinação e avaliação da reação de complexação IC/Cu a 715 nm para soluções contaminadas com diferentes concentrações de Cu (5; 2,5; 1,5; 0,5; 0,1 mg/L). Os espectros de absorção das soluções mostraram diferentes regiões de absorção máxima para cada um dos compostos estudados evidenciando assim a formação do complexo IC/Cu nas condições testadas. O cobre foi identificado nas soluções alcoólicas para todas as concentrações propostas. O estudo mostrou que houve a formação do complexo IC/Cu na reação entre o corante índigo carmim e soluções alcoólicas contaminadas com cobre, contudo esta metodologia deve ser otimizada para avaliação de cobre em cachaça.

Palavras-Chaves: Corante alimentício. Complexação com metais. Espectrofotometria.

Introdução

O corante índigo carmim (sal sódico do ácido 5,5'-indigodisulfônico) é um corante muito utilizado na indústria alimentícia como aditivo alimentar e apresenta a característica de formar complexo com metais como, por exemplo, o cobre (ALMEIDA *et al.*, 2012). Estudos anteriores apontaram seu uso para a análise de metais por espectrofotometria UV-Visível por apresentar sítios

¹Discente, Colegiado de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

² Professora Doutora, Departamento de Tecnologia Rural e Animal/ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia.

reativos na molécula que podem atuar como agentes complexantes de íons metálicos (KAPOR *et al.*, 2001; ZANONI *et al.*, 2010).

Na fabricação da cachaça o cobre é um dos contaminantes e é proveniente do material que é utilizado no processo. Durante a etapa de destilação, ou durante o tempo em que o alambique não está em uso, há formação de “azinhavre” (carbonato básico de cobre) nas paredes internas deste equipamento. Esse sal contamina a bebida ao ser dissolvido pelos vapores alcoólicos ácidos. Se a concentração desse elemento ocorrer em proporções elevadas, além de contaminar a bebida, pode provocar problemas à saúde humana (FRANÇA, SÁ, FIORINI; 2011).

As técnicas espectrométricas de absorção e emissão atômica são as metodologias oficiais (BRASIL, 2005) e as mais utilizadas para determinação de cobre em cachaça, contudo estas metodologias são demoradas e dispendiosas. Sendo assim metodologias mais rápidas e baratas para determinação do cobre na cachaça são objeto de estudos de pesquisadores.

A formação do complexo entre o índigo carmim e o cobre foi utilizada para a determinação de cobre em produtos farmacêuticos e este se mostrou eficiente na sua quantificação (ZANONI *et al.*, 2010) o que aponta esta reação como uma possibilidade para o desenvolvimento de técnica espectrofotométrica para determinação de cobre em cachaça. Estudo realizado por Carvalho, Bonifácio e Monteiro (2014) mostraram a possibilidade de aplicação desta técnica para avaliação do cobre em cachaça.

Considerando isto objetivou-se estudar a formação do complexo índigo carmim com cobre em soluções alcoólicas empregando a técnica de espectroscopia do UV/ Visível a fim de desenvolver uma técnica a ser utilizada na determinação de cobre em cachaça.

Materiais e métodos

Estudo do comportamento espectrofotométrico dos compostos

O comportamento espectrofotométrico de três soluções: Índigo Carmim (0,01 mol/L), Solução Aquosa de Cu (0,1M) e Soluções alcoólicas contaminadas com cobre foi realizado pelo monitoramento da mudança do espectro de absorção na faixa de 400 a 900 nm usando um espectrofotômetro UV/Visível (Quimis/UVVIS modelo Q898UV2).

Também foi avaliado o comportamento espectrofotométrico para o complexo IC/Cu entre a solução aquosa de Cu (0,1 M) e a solução de Índigo carmim (0,01 mol/L) obtido segundo metodologia descrita por Zanoniet *al.* (2010), com modificações, também foi avaliado. Misturou-se 4mL da

solução aquosa de cobre em 5 mL de tampão carbonato-bicarbonato de sódio pH 9,0 - 10,0 e 1 mL da solução do corante Índigo Carmim (0,01 mol/L). Após 10 minutos de reação a absorvância foi medida a 715 nm. Solução do corante foi utilizada para zerar o espectrofotômetro.

Avaliação de cobre nas soluções

Foram preparadas soluções alcoólicas nas concentrações de 37, 45 e 54 % (v/v) e estas foram adicionadas com quantidade suficiente de $\text{CuSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ a fim de promover sua contaminação com cobre na concentração de $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. A partir da diluição destas obtiveram-se soluções com quantidades de cobre de 2,5; 1,5; 0,5 e $0,1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ que também foram avaliadas a fim de determinar limites de detecção de cobre pelo método proposto.

A interação entre o índigo carmim e o Cu^{2+} presente nas soluções foi avaliada pela metodologia proposta por Zanoniet *et al.* (2010) com modificações conforme descrito anteriormente para reação entre a solução aquosa e a solução do corante índigo carmim.

Quantificação de cobre em cachaças

Amostras de cachaças de diferentes marcas foram adquiridas no mercado local de Itapetinga e foram analisadas quanto ao teor de cobre pela metodologia descrita no item anterior pela reação entre o cobre e o índigo carmim e usando metodologia oficial por espectrometria de absorção atômica (BRASIL, 2005).

O estudo foi conduzido em três repetições para cada procedimento descrito. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão de três repetições independentes. Foi feita a análise descritiva dos resultados.

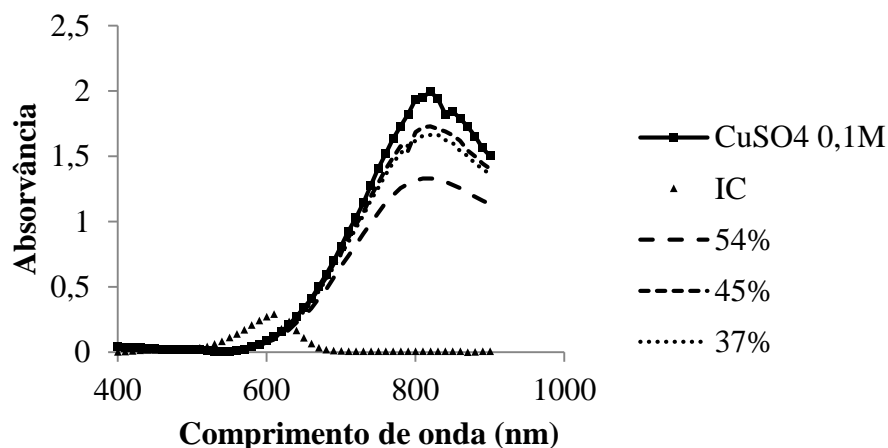
Resultados e discussão

Estudo do comportamento espectrofotométrico dos compostos

As Figuras 1 e 2 mostram o espectro de absorção para os compostos na faixa de 400 a 900 nm. Observa-se que o Índigo Carmim apresentou um único pico de absorção máximo a 600nm; a solução de aquosa de cobre e as soluções alcoólicas contaminadas com cobre apresentaram pico de absorção máximo na faixa de 810 nm, e o complexo IC/Cu apresentou uma faixa de absorção linear

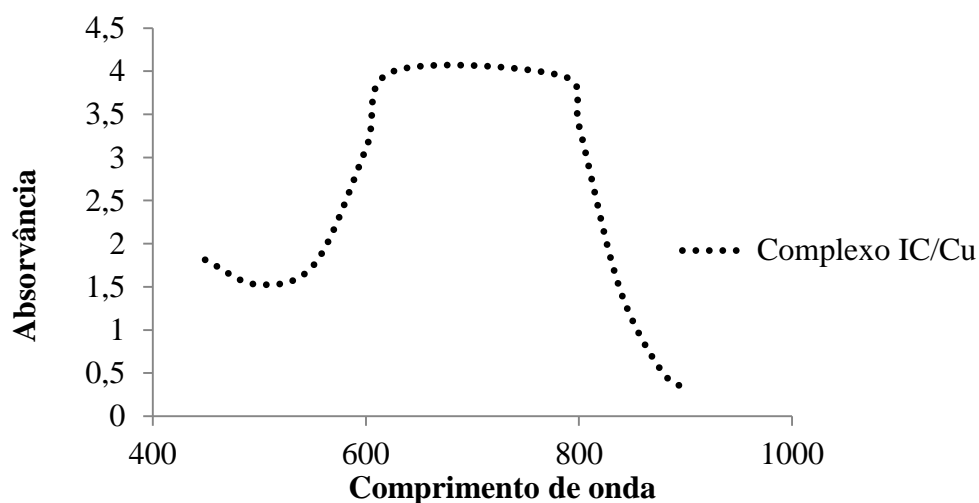
entre 626 a 785 nm. Este estudo mostra valores distintos de pico de absorção para soluções contendo cobre, para o corante IC e para o complexo formado entre o íon cobre e o corante IC.

Figura 1 - Espectro de absorção para os compostos na faixa de 400 a 900 nm



Fonte: Dos autores, 2019.

Figura 2 - Espectro de absorção para o complexo na faixa de 400 a 900 nm



Fonte: Dos autores, 2019.

Chaves *et al.*, (2007) encontraram pico de absorção máxima a 610 nm na região do visível para soluções com 10 a 50 mg.L⁻¹ de índigo carmim tamponadas para uma faixa de pH entre 4 a 10 enquanto que Zanoniet *al.* (2010) encontraram pico de absorção máximo a 615 nm para o corante na concentração de 1x10⁻⁵ mol.L⁻¹. Solução de Cu²⁺ a 8x10⁻³ mol.L⁻¹ apresentou pico de absorção máximo de 812 nm nos estudos realizados por Breda (2008). Estes valores diferem do encontrado neste estudo e fatores como tipo e modelo do equipamento utilizado que diferiu dos outros estudos,

ruídos do equipamento e a utilização de cubetas danificadas podem ter ocasionado à diferença de resultados.

O complexo teve máximo de absorção numa região diferenciada das faixas de absorção encontradas tanto para o corante IC, quanto para o Cu^{2+} , ambas em soluções aquosas, e este comportamento é indicativo que houve uma perturbação dos níveis eletrônicos da molécula com a presença do metal, confirmando a formação do complexo. Para Zanoniet *et al.* (2010) o corante IC na presença de Cu^{2+} irá diminuir simultaneamente ao aumento de uma nova banda, atribuída assim, a formação do complexo. Estes mesmos autores colocam ainda que 715 nm é a faixa ideal para obterem-se as leituras, uma vez que, mostra uma ampla faixa de absorção obtido a partir da reação entre o índigo carmim e Cu^{2+} .

Avaliação de cobre nas soluções e em cachaça

Na Tabela 1 estão expostos os resultados das médias das absorvâncias para as soluções alcoólicas contaminadas por Cu^{2+} . Os resultados mostram que houve formação do complexo IC/Cu uma vez que todas as concentrações estudadas apresentaram leitura de absorvância. Observa-se ainda que independente da concentração de álcool nas soluções, não houve diferença entre as leituras. Nota-se também que o aumento da concentração de cobre nas soluções promoveu o aumento da absorção de luz sendo que para a concentração mais baixa 0,1 mg/L praticamente não houve detecção.

Tabela 1 - Absorvâncias médias para as soluções alcoólicas contaminadas por Cu^{2+}

Cobre mg/L	Absorvâncias		
	37%	45%	54%
5,0	0,581 ± 1,987	0,606 ± 1,995	0,634 ± 1,936
2,5	0,150 ± 1,051	0,159 ± 1,045	0,174 ± 0,921
1,5	0,102 ± 0,623	0,113 ± 0,620	0,077 ± 0,623
0,5	0,027 ± 0,210	0,032 ± 0,207	0,049 ± 0,212
0,1	0,002 ± 0,044	0,004 ± 0,043	0,003 ± 0,044

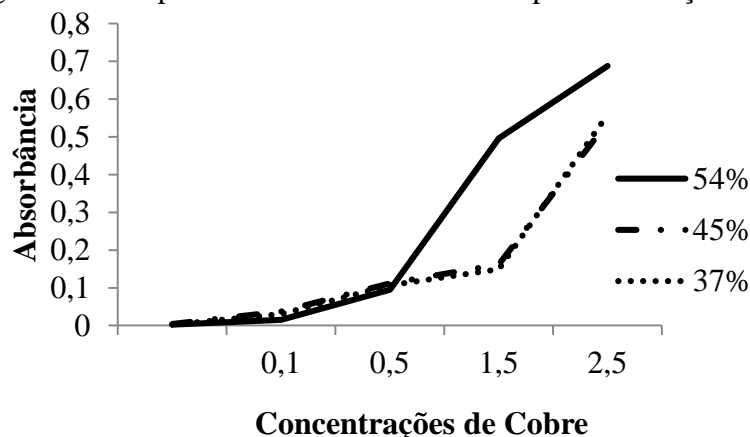
Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Os valores das absorvâncias representam a média de três repetições.

A relação do complexo foi determinada por medidas espectrofotométricas das soluções contendo 0,01 M de índigo carmim e diferentes concentrações iniciais de metais de soluções de Cu^{2+} ,

com o respectivo gráfico representado na Figura 3. Observa-se que teve um comportamento linear em todas as concentrações até 1,5 mg/L. Pode-se notar que obedeceu a lei de Lambert-Beer, onde maiores concentrações promove o aumento da absorção de luz.

Figura 3 - Comportamento das absorbâncias para as soluções alcoólicas contaminadas por Cu^{2+}



Fonte: Dos autores, 2019.

Pela avaliação da absorbância a 715 nm (Tabela 2) não se observa a presença de cobre nas amostras de cachaça avaliadas, contudo os resultados pelo método de absorção atômica de chamas mostram a presença do cobre nas três marcas analisadas e ainda apresenta cobre em limites acima do permitido pela legislação para uma das amostras.

Tabela 2 - Determinação de cobre em cachaças

Cachaça	Absorbância	Cu (mg/L)
Salinas	Nd	2,048
Extremo Sul	0,003	0,904
Itarantim	Nd	8,832

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Comparando os resultados obtidos na análise de cobre pelo método proposto aos resultados obtidos pelo método oficial pode-se dizer que o método espectrofotométrico não foi suficientemente seletivo para determinação de Cu^{2+} nas cachaças. Fatores como a falta de adaptação dos parâmetros de monitoramento da análise para detecção de cobre nas soluções aquosa e na cachaça (temperatura, tempo de reação, pH) podem ter interferido na obtenção destes resultados.

Conclusão

Soluções contendo cobre e solução de índigo carmim apresentam máximo de absorção em região distinta do espectro quando comparado a máximo de absorção da reação entre o complexo Índigo Carmim/Cobre o que evidencia a formação do complexo entre o corante e o metal.

O estudo mostrou que houve a formação do complexo IC/Cu na reação entre o corante índigo carmim e as soluções alcoólicas contaminadas com cobre, porém o método não obteve resultados para cobre nas amostras de cachaça.

Este é um dos poucos trabalhos que apresenta dados sobre a complexação do índigo carmim com cobre em cachaça de alambiques. Sugere-se, portanto, a ampliação do presente estudo, com a finalidade de se conhecer os demais parâmetros indicativos da reação do índigo carmim com o cobre em soluções aquosas e assim aplicá-lo no monitoramento da presença de cobre em cachaça.

Referências

- ALMEIDA, D. G *et al.* **Descoloração do corante Índigo Carmim e produção de Lacase por fungos filamentosos.** ScientiaPlena vol. 8, num. 5, 2012.
- BRASIL 2005. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 24, de 08 de setembro de 2005. Aprova o Manual Operacional de Bebidas e Vinagres. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília. Seção 1, p. 11.
- BREDA, C.F; **Desenvolvimento de metodologia eletroanalítica para a determinação do herbicida glifosato.** Química Analítica, São Carlos – 2008.
- CARVALHO, L. C; BONIFÁCIO, MTES; MONTEIRO, M *et al.* Determinação de cobre em cachaça por espectroscopia do UV/Visível. **Revista Ciências Farmacêuticas Básica Aplicada.** Vol 35, supl1, Agosto 2014.
- CHAVES, k. O. *et al.* **Adsorção de índigo carmim em biomassas mortas de aspergillusniger.** Vol.13 - Nº 4 - out/dez 2008, p. 351-355.
- FRANÇA, Norival; SÁ, Odila Rigolin; FIORINI, Jão Evangelista. Avaliação da qualidade da cachaça artesanal produzidas no município de Passos (MG). **Revista Ciência ET Praxis.** Vol.4- Nº7.- 2011.
- KAPOR, Marcos André; YAMANAKA, Hideko; CARNEIRO, Patrícia Alves and ZANONI, Maria Valnice Boldrin. Eletroanálise de corantes alimentícios: determinação de índigo carmim e tartrazina. *Eclet. Quím.* [online]. 2001, vol.26, pp.53-68.
- ZANONI, Thalita Boldrin; CARDOSO, Arnaldo Alves; ZANONI, Maria Valnice Boldrin and FERREIRA, Antonio Aparecido Pupim. Exploratory study on sequestration of some essential metals by indigo carmine food dye. *Braz. J. Pharm. Sci.* [online].2010, vol.46, n.4, pp.723-730.

Capítulo 8

Potencial nutricional da farinha de coco comercializada a granel

Daniela da Rocha Caires¹; Iana Silva Vieira¹; Clara Mariana Gonçalves Lima*²; Jaqueline Teixeira Teles³; Adriana da Silva Miranda⁴; Renata Ferreira Santana⁵

Resumo

Os produtos derivados do coco compõem formulações de diversos alimentos processados. Considerando o beneficiamento industrial, após a fragmentação da polpa para extração do óleo ou leite, obtêm-se o coco ralado que pode ser adequadamente secado e originar a farinha. A qualidade tecnológica da farinha é o fator determinante nas características do produto. Sabe-se que as análises físico-químicas são de fundamental importância para o controle da qualidade desse produto, essas análises se resumem em determinar um componente específico do alimento, ou vários componentes. Objetivou-se, com este estudo, avaliar o potencial nutricional da farinha de coco comercializada a granel em Vitória da Conquista – BA. Foram realizadas análises de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, fibras e carboidratos. Os resultados obtidos, mostraram que a farinha de coco constitui um ingrediente com elevado potencial nutricional. Apresentou valores significativos de proteínas, importante aporte de energia, elevado conteúdo de fibras e o teor de lipídeos foi menor quando comparado ao de outra farinha de fruto seco.

Palavras-chave: Alimento funcional. Saudabilidade. Nutrição.

Introdução

A cocoicultura ocupa um ecossistema com poucas possibilidades de exploração comercial. A região Nordeste é a maior produtora de coco (*Cocos nucifera* L.) do Brasil, com 82,9% da área plantada e 74,0% da produção nacional (BRAINER, 2018).

¹Nutricionista, Faculdade de Tecnologia e Ciências

²Mestranda, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras

³Docente, Departamento de Medicina, Universidade Estadual de Montes Claros

⁴Docente, Faculdade de Tecnologia e Ciências

⁵Docente, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia; Colegiado de Nutrição, Faculdade de Tecnologia e Ciências

Os produtos derivados do coco compõem formulações de diversos alimentos processados (MAIA *et al.*, 2015) a saber, biscoitos, doces, sorvetes, iogurtes (COELHO; CARVALHO, 2009). Considerando o beneficiamento industrial, após a fragmentação da polpa para a extração do óleo ou leite, obtêm-se o coco ralado que pode ser adequadamente secado e originar a farinha (CARVALHO, 2007).

A farinha de coco é um ingrediente como potencial funcional (TRINIDAD *et al.*, 2004) já que, apresenta na composição fibras, proteínas, lipídios, minerais e carboidratos, além de conter triglicerídeos de cadeia média, que estão relacionados com a melhoria do funcionamento do intestino, redução dos níveis de colesterol ruim e controle de diabetes Além disso, a farinha de coco é uma opção de ingrediente para quem possui doença celíaca, uma vez que a mesma não contém gluten, podendo ser utilizado em substituição aos cereais, como: trigo, aveia, centeio, principalmente na preparação de biscoitos, bolos e outros QUEIROZ *et al.*, 2017).

Objetivou-se, com este estudo, avaliar o potencial nutricional da farinha de coco comercializada a granel em Vitória da Conquista – Bahia.

Material e métodos

As farinhas foram adquiridas em três estabelecimentos comerciais na região central de Vitória da Conquista - BA, sendo os únicos que tinham disponível o produto à granel para comercialização. As amostras foram coletadas em sacos de polietileno devidamente codificados em A, B e C, e acondicionadas em caixas térmicas para evitar alterações do produto. A coleta foi realizada em três dias distintos, denominados de: Lote 1, Lote 2 e Lote 3. Em seguida, foram encaminhados para o Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Tecnologia e Ciências – FTC, em Vitória da Conquista, para posterior análise.

Foram realizadas análises, em triplicata, de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, fibras e carboidratos, segundo a metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

O teor de umidade foi determinado pelo método direto de gravimetria, através da porcentagem (%) de perda de massa em estufa (Novaecnica@ NT 513) a 105 °C até peso constante. Para quantificação deste critério foi utilizada a Equação 1:

$$\% \text{ Umidade} = (g \text{ amostra seca}) / (g \text{ amostra úmida}) \times 100$$

O conteúdo de cinzas foi determinado por incineração do material em forno tipo mufla (neomed do brasil ltda.) a 550 °C ou até que as cinzas estivessem apresentando uma coloração branca. O teor de cinzas foi calculado através da equação 2:

$$\% \text{ Cinzas} = (g \text{ cinzas}) / (g \text{ amostras}) \times 100$$

A quantificação da proteína residual foi estabelecida pelo procedimento macrokjeldahl. O fator de conversão nitrogênio/proteína utilizado foi de 5,46 valor aplicado para conversão de alimentos de origem vegetal. O teor de proteína foi calculado através da equação 3:

$$\% \text{ Proteínas} = ((V \times N \times 1,4)) / P \times 5,46$$

Em que: V = volume de ml de ácido clorídrico 0,05 M gasto na titulação; N = concentração (mol/L) do padrão (HCL) e P = massa da amostra (mg).

O teor de lipídios totais das amostras foi determinado utilizando o método de Soxhlet. Este se baseia em imersão da amostra em éter de petróleo que é acoplado ao extrator de lipídeos (Marconi MA491). O teor de lipídeos foi calculado pela equação 5:

$$\% \text{ Extrato etéreo} = \frac{(A - B)}{C} \times 100$$

Em que: A = peso do balão ou copo + resíduo e B = peso do balão ou copo.

Para analisar o teor de fibra alimentar, pesou-se 1g de amostra e ela foi acondicionada em saquinhos de TNT 100 micra, de peso conhecido, devidamente selados. Em seguida, as amostras passaram por procedimentos de digestão ácida por 30 minutos, com lavagens subsequentes em água destilada, de digestão básica por 30 minutos e lavagens posteriores com água e acetona. Por fim, o conjunto foi submetido a secagem em estufa por 24h a 65 °C e mais 2h a 105 °C. Obtendo-se o peso final do conjunto. O teor de fibra foi calculado pela equação 5:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{(\text{saquinho} + \text{amostra final} - \text{saquinho})}{\text{amostra}} \times 100$$

Já na determinação do teor de carboidratos, ele foi obtido pelo método de diferença, através da Equação 6:

$$\%CHO = 100 - (\text{umidade} + \text{cinzas} + \text{proteínas} + \text{lipídeos})$$

Resultados e discussão

A qualidade tecnológica da farinha é o fator determinante nas características do produto. Sabe-se que as análises físico-químicas são de fundamental importância para o controle da qualidade, essas análises se resumem em determinar um componente específico do alimento, ou vários componentes, como no caso da avaliação do potencial nutricional.

Na Tabela 1 estão representados os resultados das médias e desvios padrão dos parâmetros físico-químicos avaliados.

Tabela 1 - Resultados total das farinhas de coco

Parâmetros físico-químicos	Farinha A	Farinha B	Farinha C
Umidade (%)	3,77 ± 0,15	4,61 ± 0,12	3,69 ± 0,28
Cinzas (%)	4,25 ± 0,24	5,42 ± 1,15	4,65 ± 0,10
Proteínas (%)	10,88 ± 0,01	15,31 ± 0,01	15,64 ± 0,03
Lipídeos (%)	25,15 ± 0,06	14,30 ± 0,00	15,60 ± 0,00
Fibras (%)	15,04 ± 2,29	14,90 ± 0,24	16,31 ± 0,38
Carboidratos (%)	40,90 ± 0,03	45,39 ± 0,12	44,11 ± 0,21

Fonte: Dos autores, 2017.

Em relação ao teor de umidade, os valores encontrados nas amostras de farinha de coco variaram de 3,69% (C) a 4,61% (B). Assim, todas as amostras avaliadas estão dentro do permitido pela Portaria n° 554, de 30 de agosto de 1995, da Secretaria da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária (BRASIL, 1995), que estabelece o máximo de 13%. É de grande relevância conhecer o teor de água total existente na farinha, já que este fator está relacionado com a formação de grumos, que podem contribuir para a proliferação de odores e sabores desagradáveis, desenvolvimento de micro-organismos, culminando com a diminuição do tempo de validade (ZARDO, 2010).

Segundo Araújo e Fernandes (2007), as farinhas são aptas a sugar mais facilmente o odor e a umidade do ambiente onde são armazenadas, por esse motivo, devem ser conservadas em local arejado, sem umidade, bem ventilado, onde não há presença de produtos que exalem odor.

Em relação ao teor de cinzas, os valores encontrados oscilaram entre 4,25% e 5,42%, demonstrando estar acima do permitido pela legislação brasileira, que é de 2,0%. O teor de cinzas reflete o conteúdo mineral fixo presente na amostra, que pode ser representado por Cálcio, Ferro, Fósforo e Magnésio. Souza *et al.* (2008) ressaltam que valores elevados do conteúdo de cinzas podem ocorrer devido falhas no processamento do produto alimentício.

O teor de proteína, na farinha em questão, variou entre 10,88% a 15,64%. A legislação supracitada não preconiza valores mínimos ou máximos de proteína em farinhas. Piroski (2019), em seu trabalho, apresentou a composição nutricional da farinha de milho de diferentes marcas comerciais, os valores de proteína variaram entre 6 e 7%, valores menores que os da farinha de coco analisadas. Sabe-se que proteínas são essenciais para as funções de construção e reparação do organismo humano.

O conteúdo de lipídios oscilou entre 14,30% a 25,15%. Destaca-se que a legislação brasileira não estabelece uma quantidade máxima de lipídios. Kato e colaboradores (2016) analisaram a torta da castanha do Pará, produto obtido após extração do óleo, encontraram valores de lipídeos acima de 27%. Vale ressaltar que o alto teor de lipídios pode relacionar-se à rancificação do produto.

Considerando a análise de fibras, a legislação não estipula valores. Os resultados obtidos variaram entre 14,90% a 16,31%. Mattos e Martins (2000), citando a quantidade de fibras em diferentes alimentos, adotaram a seguinte classificação: alimentos com teor muito alto de fibras (mínimo 7 g fibras/100 g); alto (4,5 a 6,9 g fibras/100 g); moderado (2,4 a 4,4 g fibras/100 g) e baixo (inferior a 2,4 g fibras/100 g). Considerando a referida classificação, as farinhas de coco analisadas apresentaram altos teores de fibras.

Com relação ao conteúdo de carboidratos, observou variação de 40,9% a 45,39%, evidenciando um aporte significativo de energia. Comparativamente, Lopes (2015) ao analisar o teor de carboidratos em farinha de vagem de feijão 41,09 com desvio padrão de 0,55%, valores aproximados aos encontrados neste estudo. Salienta-se que assim como o coco, o feijão é um fruto seco.

Conclusão

A farinha de coco comercializada a granel é um ingrediente com elevado potencial nutricional. Apresentou valores significativos de proteínas, importante aporte de energia e o teor de lipídeos foi menor quando comparado ao de outra farinha de fruto seco. O teor de fibras merece destaque, evidenciado nas análises, o que permite uma grande utilização por parte de indivíduos portadores de doenças como: obesidade, dislipidemias, diabetes e constipação intestinal.

Referências

- ARAÚJO, E.G.; FERNANDES, N.S. Determinação da Unidade em farinhas de trigo utilizando o método clássico de análise e a Termo gravimetria (TG). In: I CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE QUÍMICA, 2007, Natal. Associação NorteNordeste de Química, 2007.
- BRAINER, M. S. C. P. **Produção de coco: o nordeste é destaque nacional**. Caderno sectorial ETENE, ano 3, nº 61, dez., 2018.
- CARVALHO, R. F. **Industrialização do coco – beneficiamento (produção de coco ralado e leite de coco)**. Dossiê técnico – Rede de Tecnologia da Bahia. Abril, 2007.
- COELHO, N. R. A.; CARVALHO, M. R. A. C. G.. Leite de coco: aplicações funcionais e tecnológicas. **Revista Estudos**, v. 36, n. 5/6, p. 851-865, 2009.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 1002 p. 2008.
- KATO, C. G.; BRUGNARI, T.; CORREA, V. G.; GOMES, R. G.; SALEM, R. D. S. Caracterização físico-química da torta de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.) obtido pelo método de prensagem para o aproveitamento tecnológico. **Revista Uningá**, v. 25, n. 2, p. 07-11, 2016.
- LOPES, J. N. O. **Caracterização físico-química e nutricional da farinha de vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris*)**. 2015. 18 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.
- MAIA, J. D.; BARROS, M. O.; CUNHA, V. C. M.; SANTOS, G. R.; CONSTANT, P. B. L. Estudo da aceitabilidade do pão de forma enriquecido com farinha de resíduo da polpa de coco. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p.1-9, 2015.
- MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, p. 50-55, 2000.
- PIROSKI, C. S. **Avaliação da digestibilidade e características físico químicas das farinhas de milho e mandioca**. 2019. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019.
- Portaria nº 554 de 30 de agosto de 1995. Diário Oficial. Brasília, Secretaria da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária. Dispõe sobre **Norma de Identidade, Qualidade, Apresentação, Embalagem, Armazenamento e Transporte da Farinha De Mandioca**. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 01 de setembro de 1995.

QUEIROZ, A. M.; ROCHA, R. F. J.; GARRUTI, D. S.; SILVA, A. P. V.; ARAÚJO, I. M. S. Elaboração e caracterização de cookies sem glúten enriquecidos com farinha de coco: uma alternativa para celíacos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, p.1-11, 2017.

SOUZA JUNIOR, L. de. LOUREN O JUNIOR, J. de B.; SANTOS, N. de F. A. dos; GON ALVES, G. D.; NAHUM, B. de S.; MONTEIRO, E. M. M.; ARAUJO, C. V.; FATURI, C. Avaliação do valor nutritivo da torta de coco (*Cocos nucifera* L.) para suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental. Amazônia. **Ciência e Desenvolvimento**, Belém, PA, v.4, n.8, p. 63-81; 2008.

TRINIDAD, T. P.; MALLILLIN, A. C.; VALDEZ, D. H.; LOYOLA, A. S.; MERCADO, F. C. A.; CASTILHO, J. C.; ENCABO, R. R.; MASA, D. B.; MAGLAYA, A. S.; CHUA, M. T. Dietary fiber from coconut flour: a functional food. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 7, n. 4, p. 309-317, 2004.

ZARDO, F. P. **Análises Laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo**. 2010. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2010.

Capítulo 9

Padrão de qualidade físico-químico de requeijões manteiga comercializados na cidade de Vitória da Conquista-Bahia

Bárbara Pereira Tavares¹; Marlen de Oliveira Santana²; Milton Rezende Teixeira Neto³; Jaqueline Teixeira Teles Gonçalves⁴; Clara Mariana Gonçalves Lima⁵, Renata Ferreira Santana^{*6}

Resumo

O requeijão manteiga é um queijo tipicamente brasileiro característico do sertão nordestino e leste mineiro, o qual tem se difundido em várias regiões brasileiras, devido as suas características sensoriais que tem atraído o paladar dos consumidores. Observa-se que este produto é produzido até hoje de forma artesanal, por isso apresenta variações quanto as suas características físico-químicas. Este trabalho teve como objetivo determinar o padrão de qualidade de requeijões manteiga comercializados na cidade de Vitória da Conquista-Bahia. Foram coletadas 24 amostras oriundas de diferentes cidades comercializadas na Central de Abastecimento de Vitória da Conquista-Bahia em seguida encaminhadas ao laboratório de Bromatologia da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Vitória da Conquista-Bahia para posterior análise. Determinou-se o teor de umidade, lipídio, (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008) e gordura no extrato seco (BRASIL, 2006). Para o teste do lugol utilizou-se metodologia apresentada por Nassu *et al.* (2003). Quanto ao teor de umidade, todas as amostras encontravam-se dentro do padrão estabelecido pela instrução normativa. Já para o teor de gorduras no extrato seco, apenas uma mostra esteve dentro do preconizado pela legislação brasileira. Quanto a identificação de amido, constatou-se que 50% das amostras analisadas foram fraudadas pelos produtores.

Palavras chave: Controle de qualidade. Derivado do leite. Produto artesanal.

¹Nutricionista, Hospital Municipal de Ituaçu - Bahia.

²Nutricionista, Hospital Geral de Vitória da Conquista - Bahia

³Docente, Faculdade de Tecnologia e Ciências, Colegiado de Medicina Veterinária

⁴Docente, Unimontes, Departamento de Medicina

⁵Mestranda, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras

⁶Docente, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia; Colegiado de Nutrição, Faculdade de Tecnologia e Ciências.

*Email para correspondência: rena_nutri@yahoo.com.br

Introdução

O requeijão manteiga é um queijo tipicamente brasileiro, característico do sertão nordestino e leste mineiro. O mesmo apresenta inúmeras denominações oriundas dos locais de produção sendo popularmente conhecido como requeijão manteiga, queijo do sertão, requeijão do sertão, requeijão baiano e as variações: crioulo, do Norte, do sertão e Marajó (FONSECA *et al.*, 2016).

O leite é a principal matéria prima utilizada na fabricação da massa de requeijão manteiga. De forma tradicional e caseira, com algumas mudanças tecnológicas, o mesmo é empregado de forma desnatada, prática esta oriunda da época em que a manteiga era o derivado mais valorizado do leite (DENDER, 2006).

Trata-se de um produto que surgiu da necessidade de conservação do leite recém ordenhado, proporcionando maior durabilidade, ao passo que aproveitava-se o soro do leite que era tratado como resíduo para a alimentação animal, principalmente de suínos. Ele pertence à classe de queijos processados ou fundidos e é fabricado a partir do leite pasteurizado ou não, com ou sem adição de cultura láctica (SOARES *et al.*, 2002).

O requeijão manteiga é regido pela instrução normativa nº 30 de 16 de Julho de 2001 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e conceituado como um produto obtido a partir da coagulação do leite por ácidos orgânicos, com massa dessorada, lavada e fundida, com acréscimo de manteiga de garrafa, não é permitida em sua composição a adição de gorduras ou proteínas não lácteas (BRASIL, 2001).

Vale ressaltar que o requeijão é considerado uma importante fonte de renda para a agricultura familiar nas regiões de difícil escoamento do leite para industrialização, apresentando forte apelo cultural, nas origens da culinária e história da alimentação regional. É um produto encontrado facilmente nas feiras livres, mercados municipais e mais recentemente, em lojas especializadas (FONSECA *et al.*, 2016).

Além de muito apreciado pela população de origem, vem se disseminando para outras regiões do Brasil, como São Paulo, Rio de Janeiro, devido a migração de regiões nordestinas para outras partes do território Brasileiro. Quanto ao seu consumo, o mesmo apresenta alto índice de aceitabilidade devido ao *flavor* característico, consumido principalmente com café; cortado em cubos e amolecido dentro do café quente; com goiabada; frito; com a borra do tacho que é raspada com açúcar e/ou farinha de mandioca (FONSECA *et al.*, 2016).

O requeijão manteiga varia de região para região, não havendo uma composição físico-química padrão para estes produtos. Estudos feitos por pesquisadores, apontaram que a composição do

requeijão manteiga produzido em 1981 eram muito diferentes dos requeijões manteiga produzidos em 2002, com mudanças principalmente no teor de umidade, gordura e proteína, essa alteração é referente a redução da quantidade de manteiga de garrafa utilizada durante a fabricação e/ ou pela substituição e adição de produtos proibidos (NASSU *et al.*, 2003).

A substituição da manteiga de garrafa por óleo de soja e a adição de amido de milho e batata na massa, são os mais evidenciados na produção de requeijão manteiga. Dessa forma, por ser um produto de fabricação caseira, torna-se relevante conhecer as características relacionadas ao seu padrão de qualidade físico-químico, resguardando assim a segurança alimentar dos consumidores. Uma vez que, os mesmos são constantemente associados com fraudes que reduz sua qualidade e características sensoriais. Além disso, o consumidor pode ser lesado, pois trata-se de produtos caros e que com a adição de adulterantes torna o mesmo mais barato, no entanto, isso não é repassado ao consumidor.

Desta maneira, o objetivo deste estudo foi determinar o padrão de qualidade de requeijões manteiga comercializados na cidade de Vitória da Conquista-Bahia.

Material e métodos

As amostras dos requeijões foram obtidas em uma Feira Livre, localizada no município de Vitória da Conquista-Bahia e encaminhados para o laboratório de Bromatologia da Faculdade de Tecnologia e Ciências- Campus Vitória da Conquista, para análise. As análises foram realizadas no período de abril/maio de 2017.

Preparo da amostra

Foram identificadas 25 barracas que comercializavam o requeijão manteiga em uma Feira Livre de Vitória da Conquista-Bahia, das quais foram selecionadas 8, fazendo parte do estudo requeijões oriundos das seguintes cidades baianas: Belo Campo (1), Iguai (1), Tremedal (1), Nova Canaã (4), Batalha (1). Essa seleção foi devido a origem dos requeijões manteiga, os quais apresentavam na sua grande maioria de uma mesma localização (Nova Canaã) e de um mesmo produtor. Por isso, buscou-se selecionar amostras de origens diferentes viabilizando a realização do padrão de qualidade panorâmico dos produtos comercializados. Foram obtidas porções de 100g do produto de cada cidade, o qual foi armazenado em sacos disponibilizados pelo comerciante no ato da compra em seguida armazenado em caixa térmica para transporte até o laboratório.

Para resguardar a identidade e confidencialidade das barracas e produtos coletados, os mesmos foram identificados e codificados por meio de letras em A, B, C, D, E, F, G, H. As análises foram realizadas em duplicata com 3 repetições, sendo as mesmas coletas em dias diferentes, totalizando 24 amostras analisadas. As amostras foram submetidas a homogeneização utilizando um homogeneizador tecnal para sequência das análises. Quanto as análises realizadas preconizou-se aquelas consideradas requisitos de qualidade apresentadas pela Instrução Normativa nº 30 de 16 de Julho de 2001.

Os requeijões foram analisados quanto ao teor de umidade e lipídeos, segundo a metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O teor de umidade foi determinado pelo método direto de gravimetria, através da porcentagem (%) de perda de massa em estufa (Novaecnica@ NT 513) a 105°C até peso constante. A determinação do teor de lipídeos dos requeijões foi determinado pelo método de Soxhlet, utilizando como solvente o éter de petróleo e aparelho extrator de lipídeos (Marconi MA491). A gordura expressa em matéria gorda no extrato seco total (GST) foi calculada a partir dos resultados de umidade e de gordura total, conforme metodologia descritas na Instrução Normativa no 68, de 12 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006)

Para constatar a fraude, utilizou-se a metodologia proposta por Nassu *et al.* (2003). Para tanto, adicionou-se 5 gotas de lugol em amostras do requeijão fracionadas em pequenos tamanhos. Para identificação da presença de amido, ocorre a reação entre a amilose e o lugol, formando um complexo de cor azulada indicando teste positivo para a presença de amido.

Os dados foram tabulados em programa Microsoft *Excel* 2010 e apresentados em médias percentual e desvio padrão entre as repetições. Na análise estatística, os dados quantitativos obtidos foram submetidos à ANOVA. Para a comparação das médias entre os requeijões foi utilizado o teste Tukey (SAS, versão 9.1). As diferenças foram consideradas significativas com $P < 0,05$.

Resultados e discussão

Foram avaliados 24 amostras de requeijão ambos comercializados em uma Feira Livre de Vitória da Conquista, porém oriundos de diferentes regiões baianas. Quanto ao teor de umidade, a média geral dos requeijões avaliados foi de 48%, com valores variando entre 40% a 54%, estando todas as amostras analisadas dentro do padrão estabelecido pela instrução normativa (BRASIL, 2001), no entanto a amostra B oriunda da cidade de Iguai/Ba encontra-se no limite do valor recomendado, se diferenciando estatisticamente das demais avaliadas (Quadro 1).

Quadro1. Percentual de Umidade, lipídeos e Gordura nos sólidos totais de requeijões manteiga

Cidade	Umidade	Lipídeos	Gordura nos Sólidos Totais
	Média	Média	Média
A - Belo Campo	49 ± 0,04 ^C	10,07 ± 3,60 ^{BC}	19,74 ± 3,60 ^{BC}
B - Iguai	54 ± 0,01 ^A	6,51 ± 1,41 ^D	14,15 ± 1,41 ^D
C - Tremedal	45 ± 0,02 ^{CD}	19,15 ± 0,61 ^A	34,81 ± 0,61 ^A
D - Nova Canaã	40 ± 0,04 ^E	14,15 ± 2,08 ^{AB}	23,58 ± 2,08 ^{AB}
E - Nova Canaã	49 ± 0,01 ^C	7,69 ± 1,19 ^{CD}	15,07 ± 1,19 ^{CD}
F - Nova Canaã	53 ± 0,01 ^B	6,10 ± 0,86 ^D	12,97 ± 0,86 ^D
G - Nova Canaã	48 ± 0,06 ^C	7,88 ± 3,72 ^{BC}	15,15 ± 3,72 ^{BC}
H - Batalha	44 ± 0,01 ^D	11,94 ± 4,49 ^{AB}	21,32 ± 4,49 ^{AB}

^{A,B,C,D,E} Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey (p<0,05).

Os requeijões são produtos lácteos classificado pela legislação quanto ao teor de umidade, como sendo um queijo de média até alta umidade, devendo, dessa forma, apresentar um teor máximo de umidade de 54,9% m/m) (BRASIL, 2001). Os resultados encontrados foram próximos ao estudo realizado por Fonseca *et al.* (2016), onde avaliando as características físico-química do requeijão manteiga da microrregião de Barreiras-Bahia, encontraram valores que variaram de 41,7% a 44,5%.

Vale salientar que o alto teor de umidade pode afetar a qualidade do produto, propiciando a multiplicação de microrganismos patogênicos e também os deterioradores o que irá reduzir o tempo de prateleira desses alimentos (HOFFMANN, 2001).

Outro parâmetro avaliado no presente estudo, refere-se ao teor de lipídeos. Quanto a este padrão analisado os teores de gorduras encontrados variaram entre 6,10 a 19,15%. As amostras B (proveniente da cidade de Iguai), E, F e G (ambas de Nova Canaã) foram as que apresentaram menor valor de lipídeos, sendo considerados iguais pelo teste estatístico (p<0,5).

Quanto a determinação do teor de gordura nos sólidos totais, os resultados variaram de 12,97 (Nova Canaã) a 34,81 (Tremedal). Comparando os valores determinado pela legislação e os valores obtidos nas análises, somente a amostra oriunda de Tremedal encontra-se dentro dos parâmetros estabelecidos para este critério, uma vez que, a Instrução Normativa nº30 estabelece que o teor de gordura nos sólidos totais (GST) deve estar entre 25% e 55% de GST.

Seixas *et al.* (2015), analisando as características físico-químicas do queijo do marajó tipo manteiga, em duas estações do ano, classificaram o produto como sendo de alto teor de gorduras no extrato seco, com medias superiores a 40,7%.

Toro e Souza (2002) ressaltam que essas diferenças bruscas entre os teores de gorduras, que conseqüentemente reflete na determinação do teor de gorduras nos sólidos totais revelam a falta de padronização quanto a quantidade de manteiga e/ou creme utilizado na etapa de processamento do requeijão. No entanto, a adição de manteiga de garrafa, o que torna tal produto muito mais custoso para a produção, porém, muito mais apreciado por melhorar a palatabilidade e textura do mesmo.

Esse fator pode ser observado pelo alto valor encontrado no desvio padrão dos requeijões quanto ao teor de lipídeos e gorduras nos sólidos totais (A, D, G e H), mostrando grande variabilidade no processamento dos requeijões.

No entanto, é comum aos produtores a utilização de substâncias proibidas pela legislação para deixar o produto final mais barato. Um dos mais utilizados neste aspecto são produtos amiláceos provenientes de batatas ou até mesmo do amido de milho.

Assim a presença de amido é identificada pela indicação de coloração azul. Como mostra na Figura 1, 50% das amostras analisadas (B, E, F e G), apresentaram adição de alguma fonte de amido. Este resultado nos permite, inferir que a baixa concentração de lipídeo e conseqüente teor de gorduras nos sólidos totais evidenciados nas amostras A, C, D e H, foi resultado da pouca adição de manteiga de garrafa e não a inclusão de produtos amiláceos.

Figura 1 - Identificação da presença de amido em amostras de requeijão manteiga



Estudo realizado por Nassu *et al.* (2003) das 13 amostras de requeijões manteiga produzidos no Estado do Rio Grande do Norte, três apresentaram teste positivo, indicando prática recorrente entre os produtores.

Conclusão

Os resultados encontrados para gordura e gordura nos sólidos totais para o requeijão manteiga, apresentaram uma variação entre as amostras indicando não existir padrão entre os requeijões manteiga analisados.

A amostra que apresentou melhor qualidade e que está dentro do padrão estabelecido pela legislação foi a amostra C (Tremedal/BA) com 45% de umidade, 19,15% de gordura e 34,81% de gordura nos sólidos totais, diferindo estatisticamente das demais analisadas. Vale ressaltar que as amostras A, D e H apesar de não estarem dentro da legislação, não foi constatado nas mesmas fraude com relação a adição de amido. Este baixo valor de lipídeos pode ser devido a própria redução na inclusão da manteiga de garrafa no processamento final.

Referências

- BRASIL. **Instrução Normativa nº 30, de 16 de julho de 2001**. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra Ou Manteiga de Garrafa; Queijo de Coalho e Queijo de Manteiga. Brasília, DF, 16 jan. 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa no 68 de 12 de Dezembro de 2006. Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. **Diário Oficial da União**, p.8, 12 dez. 2006. Seção 1
- DENDER, A. G. F. V. **Requeijão cremoso e outros queijos fundidos: tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado**. São Paulo, SP: Fonte Comunicações e Editora Ltda, 2006, p.392.
- FONSECA, C. H.; KAWASE, K.Y.F.; CARVALHO, A.W. DE; SOUZA, E.X. ; RANGEL, S.; FERRAZ, W.M.; RABELO, E.R.; BELAN, T.G.S. (Re)Queijão De Manteiga Da Microrregião De Barreiras, Bahia: Características Físico-Químicas E Microbiológicas. **XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de alimentos “Alimentação: Árvore que sustenta a vida”**, FAURGS – Gramado/RS, 24 a 27 de outubro de 2016.
- HOFFMANN, F. L. Fatores limitantes à proliferação de microorganismos em alimentos. **Brasil alimentos**, v.9, n.1, 2001
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo: O Instituto; 2008.

- NASSU, R. T.; ARAÚJO, R. S.; GUEDES, C. G.; ROCHA, R. G. A. Diagnóstico das Condições de Processamento e Caracterização Físico-Química de Queijos Regionais e Manteiga no Rio Grande do Norte. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n.11, dezembro, 2003
- SEIXAS, V.N.C *et al.* Caracterização do Queijo do Marajó tipo manteiga produzido em duas estações do ano. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.4, abr, 2015.
- SOARES, F. M.; FONSECA, L.M.; MARTINS, R.T.; MACHADO, E. C.; PEREIRA, J. R. F. N.; FONSECA, C. S. P. Influência do concentrado protéico de soro na composição do requeijão em barra com teor reduzido de gordura. **Arq Bras Med Vet Zootec.** v.54, n.6, p.643-647, 2002.
- TORO, M.J.U.; SOUSA, C.L. Microbiologic and physicalchemical characteristics of cheese “Marajoara” sold in Belém, Pará State, Brazil. In: BUFFALO SYMPOSIUM OF AMÉRICAS, 2002, Belém, PA. **Anais...** Belém: APCB: FCAP editora, 2002. p.591-593.

Capítulo 10

Utilização da análise multivariada para determinar o perfil de preferência de diferentes grupos de consumidores quanto aos tipos de chocolates comerciais

Daniele Gomes Conceição*¹; Ingrid Alves Santos²; Grazielly de Jesus Silva¹; Lucas Caiafa Cardoso Reis³; Silmara Almeida de Carvalho⁴, Sibelli Passini Barbosa Ferrão⁵

Resumo

O chocolate é definido como o produto obtido a partir da mistura de derivados de cacau (*Theobroma cacao L.*), com outros ingredientes, contendo no mínimo 25% de sólidos totais de cacau. O sabor peculiar do chocolate agregado aos benefícios a saúde e às sensações de prazer quando consumido, tornou esse produto um dos alimentos mais desejados. Objetivou-se com este estudo determinar através da análise de correspondência múltipla a existência da relação entre a preferência de consumidores com diferentes idades, gêneros e profissões, a respeito dos distintos tipos de chocolate (ao leite, amargo e meio amargo). Foram distribuídas fichas com questionamentos referentes a preferência dos chocolates para 80 pessoas pertencentes às diferentes classificações estudadas, os dados obtidos dessa etapa foram submetidos à análise de correspondência múltipla. Os resultados apontaram que a análise de correspondência foi uma ferramenta eficaz para visualizar a preferência do tipo de chocolate com relação aos grupos estudados, verificou-se que o chocolate mais aceito pelos jovens foi o chocolate ao leite, por outro lado, o chocolate amargo obteve maior aceitação entre provadores de maior faixa etária.

Palavras-chave: Análise Sensorial. Estatística. Quimiometria.

¹Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

²Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

³Graduando, Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

⁴Professora, Departamento de Ciências Exatas Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

⁵Professora plena, Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Introdução

O chocolate é definido como uma suspensão de partículas sólidas como o açúcar e os sólidos de cacau, em uma fase rica em gordura, que contribui consideravelmente para a formação do aroma, sabor e cor, além de promover forma ao produto final (AFOAKWA, 2008; GONÇALVES; LANNES, 2010; AFOAKWA, 2009).

A popularidade desse alimento está relacionada principalmente com o seu potencial em despertar o prazer sensorial, culminando na melhora do humor. Em razão dessas características este produto é considerado uns dos alimentos mais desejados (MEIER *et al.* , 2017). Alguns estudos relatam que o consumo de chocolate aumenta o teor de serotonina, hormônio responsável pelo bem-estar, por isso o chocolate pode ser considerado anti-depressivo (VERONE *et al.* , 2018).

À análise sensorial é uma ciência que mede, analisa e interpreta as reações humanas frente às características dos alimentos. Em se tratando do chocolate, esta ciência é muito utilizada para obter respostas de diferenças quanto à diversidade de tipos existentes, preferência e hábitos populacionais que podem ser modificados com o tempo (TEIXEIRA, 2009). Com base nas respostas obtidas através da análise sensorial pode-se não só adquirir informações salutares para a melhoria das características do produto como também conhecer o público alvo a ser atingido pelas estratégias de marketing.

A estatística multivariada é uma ferramenta que pode auxiliar na interpretação dessas respostas, pois esta permite a interpretação de várias variáveis simultaneamente, com a perda mínima de informações (HAIR *et al.*, 2010). Dentre as técnicas multivariadas, encontra-se a análise de correspondência múltipla que promove a simplificação dos dados, pois permite avaliar graficamente a relação existente entre atributos e categorias (HAIR *et al.*, 2010).

Sabendo da existência dessa análise e da importância em conhecer o perfil dos consumidores, compreendendo seus desejos, necessidades e hábitos, objetivou-se com este estudo avaliar através da análise de correspondência múltipla a relação entre a preferência dos consumidores de diferentes idades, gêneros e profissões, a respeito dos distintos tipos de chocolate (ao leite, amargo e meio amargo).

Material e métodos

Foram distribuídas 80 fichas entre alunos da graduação, pós-graduação e professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Nesta ficha foi solicitado que os provadores além de determinar a preferência (gosta, indiferente e desgosta) em relação aos chocolates ao leite,

meio amargo e amargo (CHAVES, J. B. P; SPROESSER, 2005), especificassem sua profissão, idade e gênero. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE):24674513.3.0000.0055.

Os dados foram organizados no software Excel® na forma de matriz (linha x coluna) para a obtenção da tabela de contingência que consiste em uma tabela na qual pode-se encontrar, na intersecção entre uma linha e uma coluna, o número de indivíduos que compartilham das mesmas características representadas por esta linha e esta coluna. A partir desta tabela, é possível obter a representação gráfica entre as distâncias das categorias das variáveis analisadas por meio da análise de correspondência. Os dados contidos na tabela de contingência foram submetidos à análise de correspondência múltipla no programa Statistical Analysis Software SAS® versão *University*, utilizando o procedimento PROC CORRESP.

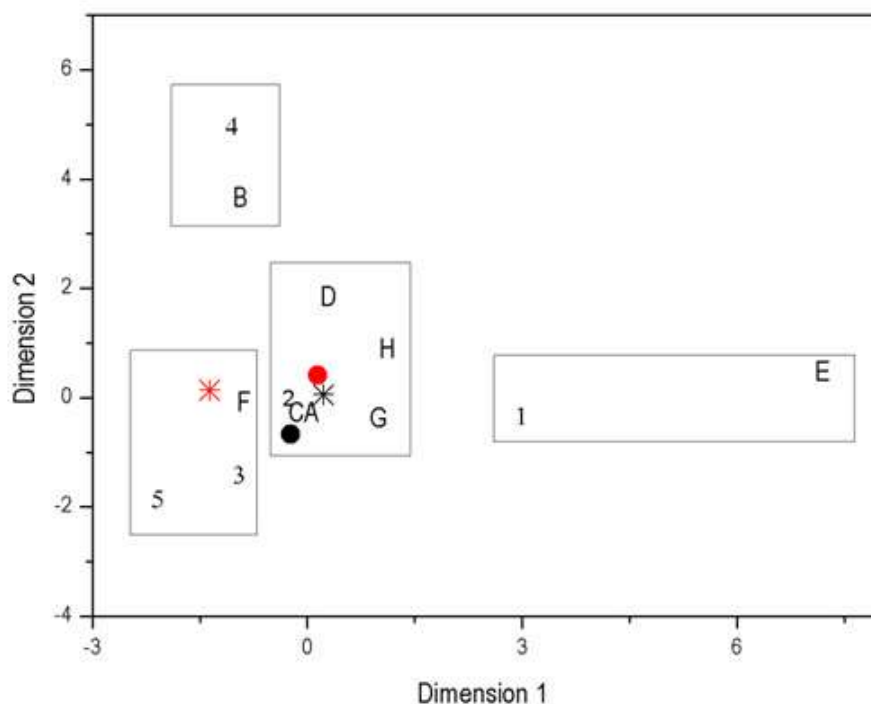
Resultados e discussão

A partir do resultado do qui-quadrado, considerando um nível de significância de 5% com grau de liberdade de 256, obteve-se uma probabilidade de erro correspondente a 0,00001. Com esse resultado, pode-se afirmar que existiu associação entre a preferência do consumo de chocolate (gosta, indiferente e desgosta de chocolate ao leite, meio amargo e amargo) e o gênero, a idade e a profissão dos provadores.

As classes de variáveis foram agrupadas graficamente em dois eixos, dimensão 1 e dimensão 2 para que fosse possível visualizar a formação de grupos. Dessa forma, a partir do gráfico gerado (Figura 1) observando a distância entre as classificações estudadas, é possível afirmar que nesse estudo, pessoas com idade entre 15 e 20 anos desgostam de chocolate meio amargo, enquanto que pessoas entre 41 e 50 anos são indiferentes a chocolates ao leite, professores entre 31 e 40 anos e 51 e 60 anos preferem o consumo de chocolate amargo. Jovens entre 21 e 30 anos apresentaram-se como um público variado, pois, optaram por diversas classificações estudadas: preferiram chocolate ao leite e amargo ou são indiferentes a chocolate meio amargo e amargo e desgostam de chocolate amargo.

Sabe-se que consumidores de maior faixa etária buscam chocolate amargo, pois acreditam fazer bem à saúde e melhorar problemas de colesterol e diabetes. O teor de antioxidante no chocolate ao leite é de 70 mg, enquanto que no chocolate amargo é de 150 a 450 mg (MUDENUT *et al.*, 2018).

Figura 1 – Gráfico de dimensões para a análise de correspondência



Legenda: * (estudante); * (professor); ● (homem); ● (mulher); número – idade: 1 (15-20); 2 (21-30); 3 (31-40); 4 (41-50); 5 (51-60); letra – preferência: A (gosta ao leite); B (indiferente ao leite); C (gosta meio amargo); D (indiferente meio amargo); E (desgosta meio amargo); F (gosta amargo); G (indiferente amargo); H (desgosta amargo).

A preferência por chocolate amargo está associado ao maior teor de antioxidante que contribui para o bom funcionamento dos vasos sanguíneos. Os principais flavonoides presentes no chocolate amargo são catequinas e epicatequinas com quantidade média de 4,175 mg/g e 4,395 mg/g, respectivamente (MUDENUT *et al.*, 2018). A presença de leite no chocolate interfere na absorção de compostos antioxidantes, por isso existe uma menor capacidade antioxidante no chocolate ao leite (PRAKASH; BASAVARAJ; MURTHY, 2019). A proporção de cacau, quantidade consumida e teor de sacarose são os principais fatores que contribuem para o chocolate ser considerado um alimento nutritivo, além do chocolate ser fonte de gordura, magnésio, potássio e vitaminas do complexo B (LEGGLI *et al.*, 2011). Em razão dos benefícios à saúde e por este ser considerado um alimento dos deuses (SATO; PÉPECE, 2013) o chocolate é apreciado por pessoas de todas as idades, gênero, classe social e de vários países. Além disso, a variedade desse produto promove diferentes possibilidades para agradar distintos grupos de consumidores.

Conclusão

À análise de correspondência é uma ferramenta viável para visualizar a preferência do tipo de chocolate com relação à idade, gênero e ao nível acadêmico. Portanto essa ferramenta se mostrou eficaz para estudar a preferência de diferentes grupos consumidores em relação a algum produto, tais informações são importantes para a melhoria das características do produto e para direcionar as estratégias de marketing ao público alvo. O chocolate é um produto consumido por muitas pessoas, sendo o tipo mais aceito pelos jovens o chocolate ao leite, e entre os mais velhos o chocolate amargo.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

Referências

- AFOAKWA, E. O. *et al.* Flavor formation and character in cocoa and chocolate: A critical review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, p. 840–857, 2008.
- AFOAKWA, E. O. *et al.* Microstructure and mechanical properties related to particle size distribution and composition in dark chocolate. **International Journal of Food Science e Technology**, v. 44, p. 111-119, 2009.
- CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas**. Viçosa: Ed. Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- GONÇALVES, E. V.; LANNES, S. C. S. Chocolate rheology. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 845-851, 2010.
- HAIR, J.R. *et al.* **Análise Multivariada de Dados**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2010.
- LEGLLI, C. V. S. *et al.* Determination of sodium, potassium, calcium, magnesium, zinc and iron in emulsified chocolate samples by flame atomic absorption spectrometry. **Food Chemistry**, v.124, p.1189-1193, 2011.
- MEIER, B. P.; NOLL, S. W.; MOLOKWU, O. J. The sweet life: The effect of mindful chocolate consumption on mood. **Appetite**. v.108, p.21-27, 2017.
- MUDENUT, N V. Soluble and insoluble-bound fractions of phenolics and alkaloids and their antioxidant activities in raw and traditional chocolate: A comparative study. **Journal of Functional Foods**.v.50,p.164-171, 2018.
- PRAKASH, M.; BASAVARAJ, B.V.; MURTHY, K.N.C. Biological functions of epicatechin: Plant cell to human cell health. **Journal of Functional Foods**, v.52, p.14-24, 2019.
- SATO, C. C.; PÉPECE, O. M. Fatores motivadores do consumo de chocolates finos no Brasil. **REA-Revista Eletrônica de Administração**, v. 12, p. 157-171, 2013.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, p. 12-21, 2009.

VERONESE, N. *et al.* Is chocolate consumption associated with health outcomes. An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. **Clinical Nutrition**.v.6, p. 1-8, 2018.

Capítulo 11

Avaliação da adição de pectina em formulação do doce de pitaya: aspectos físico-químicos e sensoriais

Bruna Lorena Figueiredo^{*1}; Amanda Tibães Lopes¹; Daniela de Oliveira Teotônio¹; Ivy Maggessi Maia¹; Talita Livia Durães¹, Thaís Inês Marques de Souza¹

Resumo

A pitaya tem se destacado por suas características nutricionais, funcionais e sua aparência peculiar, o que tem impulsionado estudos para viabilizar novas aplicações deste fruto. O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil físico-químico e sensorial do doce de pitaya com (FP) e sem pectina (FC). Características físico-químicas avaliadas foram pH, atividade de água (Aw), sólidos solúveis e parâmetro de cor (L, a*, b*). Também avaliou-se atributos sensoriais de aparência, consistência, aroma, sabor e impressão global, além do teste de intenção de compra. A Aw foi de 0,65 na FP e 0,56 para FC, ambos valores em faixa de baixo crescimento bacteriano. A amostra FP obteve um maior valor de a*, já os parâmetros de cor L* e b*, bem como o parâmetro de sólidos solúveis, não mostraram diferença significativa entre as amostras. Os atributos aparência, consistência e impressão global, obtiveram melhores avaliações para a amostra FP. Já os demais atributos não apresentaram diferença entre as amostras. De acordo com o teste de intenção de compra, 63% dos participantes certamente ou provavelmente comprariam a amostra FP. Assim, o doce de pitaya apresentou qualidade para consumo, considerando suas características físico-químicas, e boa aceitação sensorial com adição de pectina.

Palavras-chave: Aceitação por escala hedônica. Atividade de água. Intenção de compra. *Selenicereus setaceus*.

Introdução

A Pitaya (*Selenicereus Setaceus*) é uma fruta originária das florestas tropicais do México e América central, pertencente à família das *Cactaceae* (BASTOS *et al.*, 2006). No Brasil, o fruto chama

¹Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFMG

atenção pela sua aparência exótica, uma fruta rosa, com polpa avermelhada, destacando-se no mercado consumidor, a partir de suas características nutricionais e funcionais como: alto teor de água, minerais, carotenóides e vitaminas C e B12 (CAVALCANTE, 1991; MARQUES *et al.*, 2011).

O processamento industrial de frutas utiliza grande parte da colheita, o que propicia o consumo destas ao longo de todo o ano, além de minimizar o desperdício de alimentos (MELO *et al.*, 1999). Uma alternativa tecnológica, de acordo com a Legislação Brasileira de Alimentos por meio da Resolução da Diretoria Colegiada, RDC nº 272, de 2005 (BRASIL, 2005).

A produção de doces em massa, podem apresentar diferentes consistências, tal como, uma pasta homogênea de consistência mole ou mais firme, que proporcione o seu corte. A pectina é a substância que dá a consistência gelatinosa ao doce (TORREZAN, 2015).

A capacidade de geleificação das pectinas é dependente do número de grupos metoxila presentes na molécula. A pectina é comercialmente classificada em pectina de alto teor de grupos metoxílicos (ATM), quando contém acima de 50% de seus grupos carboxílicos esterificados e de baixo teor de grupos metoxila (BTM), quando somente 50%, ou menos, estão esterificados (BOBBIO *et al.*, 2001).

Todavia, a consistência do doce em ambos os casos, devem ser armazenados de modo que seja assegurada sua perfeita conservação, aumentando assim sua vida útil de prateleira (TORREZAN, 2015).

Com o objetivo de analisar a viabilidade tecnológica de produção de doce em massa de pitaya, o presente trabalho avaliou o perfil físico-químico e sensorial do doce variando a concentração de pectina na sua formulação.

Material e métodos

Os frutos de pitaya foram cedidos pelo Setor de Fruticultura da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). A produção do doce em massa e a análise sensorial foram realizados no Laboratório de Processamento de Frutas e Hortaliças (ICT-UFVJM) e as análises físico-químicas no Laboratório de Matérias-primas Alimentares (ICT-UFVJM).

Produção do doce de pitaya

Os doces de pitaya foram preparados segundo as formulações apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Formulação para o doce de pitaya com pectina (FP) e sem pectina (FC).

Ingrediente (%)	Formulação com pectina (FP)	Formulação sem pectina (FC)
Polpa	20,0	20,0
Suco	30,0	30,0
Açúcar	46,3	49,3
Pectina	3,0	0,0
Ácido cítrico	0,7	0,7
Total	100	100

Fonte: Dos autores, 2019.

Processo de produção do doce de pitaya

As frutas utilizadas na produção do doce foram selecionadas e higienizadas, após esse processo o fruto in natura foi descascado, cortado e pesado. Em seguida, a mistura foi aquecida, obtendo-se duas formulações: sem pectina (FC), sendo esta a amostra controle e com pectina (FP). Após a pectina ser totalmente solubilizada, na formulação FP, o açúcar foi acrescentado em ambas formulações. A mistura foi novamente submetida ao aquecimento até que se alcançasse °Brix entre 65° e 70°. Após esse processo o doce foi envasado em recipiente adequado as amostras foram armazenadas sob refrigeração até o momento da utilização.

Análises físico-químicas

Os parâmetros físico-químicos foram avaliados por metodologia oficial proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Foram determinados pH, atividade de água (Aw), sólidos solúveis e parâmetros de cor (L, a*, b*). Todas as análises foram realizadas em triplicata. O pH foi determinado com pHmetro de bancada QuimisR (modelo Q400AS), com eletrodo Mettler Toledo (Inlab 413) onde a realização da leitura foi feita diretamente no doce. A atividade de água (Aw) foi determinada em aparelho medidor de atividade de água Aqualab (modelo Series 4TE). O teor de sólidos solúveis foi quantificado com refratômetro Abbe e os resultados expressos em °Brix Os parâmetros de cor foram mensurados com colorímetro Minolta 450, iluminante D65, onde foram avaliados os parâmetros L, a* e b*.

Análise sensorial

A análise sensorial foi aplicada na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), localizada na cidade de Diamantina-MG. As formulações produzidas foram submetidas aos testes de aceitação e intenção de compra, com 94 provadores não treinados. Cada provador recebeu duas amostras 3 g, codificadas com números aleatórios de 3 dígitos em bandejas de fundo e um copo de água para limpar o palato entre a avaliação de cada amostra.

Os testes avaliados na pesquisa foram: escala hedônica e escala de intenção de compra. O teste da escala hedônica de aceitação, expressa o grau de gostar ou de desgostar de um produto utilizando a escala de 9 (nove) pontos entre (9) gostei muitíssimo; e (1) desgostei muitíssimo. O teste de intenção de compra foi aplicado com escala de cinco pontos (1 a 5). O projeto foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o CAAE 89302718.7.0000.5108.

Análise estatística

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de t-Student utilizando 5% de significância.

Resultados e discussão

Os resultados das análises físico-químicas obtidos pela avaliação dos parâmetros pH, atividade de água, sólidos solúveis e parâmetros de cor (L^* , a^* , b^*), estão apresentados na Tabela 2.

As amostras apresentaram diferença significativa para as análises de atividade de água (A_w) e para o parâmetro de cor a^* . Já para os demais parâmetros de cor L^* e b^* , bem como para os testes de pH e sólidos solúveis, não foi identificada diferença significativa entre as amostras.

Para o parâmetro de cor a^* , o doce contendo pectina apresentou maior valor, indicando uma cor mais avermelhada do que a amostra sem pectina. As amostras apresentaram alta luminosidade (L^*), sendo que esse parâmetro foi estatisticamente igual para ambas. Para o parâmetro b^* que indica a faixa de cor amarela a azul, não houve diferença entre as amostras.

Conforme, Pimentel *et al.* (2002) a atividade de água acima de 0,90 possibilita a proliferação de bactérias, logo, valores menores para a atividade de água é a condição buscada para que o crescimento de bactérias patogênicas não ocorra (OETTERER, 2006).

Tabela 2 – Resultado das análises físico-químicas e médias das avaliações sensoriais para os atributos aparência, consistência, aroma, sabor e impressão global, para o doce de pitaya com pectina (FP) e sem pectina (FC).

	Parâmetros/atributos	FP	FC
Análises físico-químicas	pH	3,36 ± 0,00 ^a	3,41 ± 0,02 ^a
	L*	28,20 ± 0,61 ^a	27,28 ± 0,87 ^a
	a*	8,67 ± 1,25 ^a	4,45 ± 0,46 ^b
	b*	3,39 ± 0,52 ^a	4,21 ± 0,42 ^a
	Atividade de água (Aw)	0,65 ± 0,00 ^a	0,57 ± 0,01 ^b
	Teor de sólidos solúveis (SS)	63,56 ± 6,43 ^a	44,54 ± 5,78 ^a
Análise Sensorial	Aparência	7,65 ^a	7,12 ^b
	Aroma	6,97 ^a	6,94 ^a
	Consistência	7,63 ^a	6,24 ^b
	Sabor	7,29 ^a	7,16 ^a
	Impressão Global	7,48 ^a	6,97 ^b

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: FC: Formulação sem pectina; FP: Formulação com pectina.

Nota: Médias seguidas da mesma letra na linha (comparação entre amostras) não diferem significativamente a 5% de significância, pelo teste de t-Student.

Os valores da atividade de água foram de 0,65 e 0,57 para as amostras FP e FC, respectivamente. Considerando que para diminuir o crescimento bacteriano a atividade de água (Aw) deve ser menor que 0,95, segundo Oetterer (2006), ou menor que 0,90, segundo Pimentel *et al.* (2002), ambas as amostras são seguras em relação à atividade de água. O teor de sólidos solúveis não foi diferente entre as amostras.

Os resultados da análise sensorial das amostras FP e FC apresentaram diferença significativa para os atributos de aparência, consistência e impressão global. Os atributos aroma e sabor não apresentaram diferença entre si. A Tabela 2 expõe os valores das médias obtidas para as duas amostras, em relação aos 5 atributos.

O atributo aparência foi melhor avaliado na amostra contendo pectina. Como pode ser observado na Figura 1-a, a amostra FP apresentou uma aparência mais homogênea em relação a amostra FC. Isso se explica pela ação gelificante da pectina (GAVA, 1978), conferindo ao doce o ponto de corte ideal, como observado. A pectina se mostrou fundamental na formação da estrutura gelificada da amostra FP, uma vez que a amostra sem pectina não apresentou ponto de corte. A cor

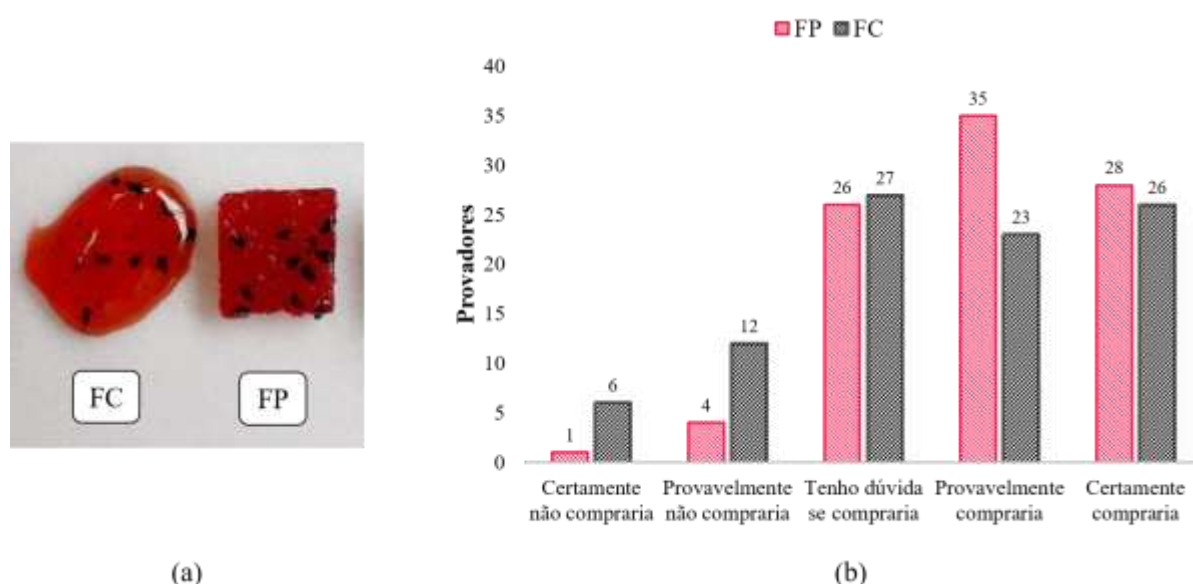
das amostras foi influenciada pela presença da pectina, de forma que a amostra FP apresentou uma cor mais escura, devido a formação da estrutura do doce, enquanto a amostra FC, apresentou uma coloração vermelha mais translúcida.

Como esperado, o atributo consistência apresentou diferença significativa entre as amostras, tendo a amostra com pectina apresentado maior firmeza do que a amostra sem pectina (Figura 1-a).

Por não possuir aroma e sabor diferenciado, a presença da pectina na formulação não influenciou esses atributos no produto final, o que foi confirmado pela diferença não significativa estatisticamente verificada desses atributos, entre as amostras FC e FP. Esse resultado demonstra que a adição de pectina na formulação do doce é satisfatória quando não se deseja influenciar as características de aroma e sabor deste produto.

Na avaliação global das duas formulações a amostra FP foi preferida pelos provadores. O que se confirma também para a análise de intenção de compra do doce de pitaya. Nesse teste observa-se que a amostra FP apresentou uma aceitabilidade superior à da amostra FC. A Figura 1-b expõe os resultados do teste de intenção de compra.

Figura 1 – (a) Amostras FC e FP de doce de pitaya e (b) resultados da intenção de compra das amostras FP e FC.



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: FC: Formulação sem pectina; FP: Formulação com pectina.

Para a amostra FP a nota 4 (“provavelmente compraria”) foi citada por 37% dos avaliadores, seguida da nota 5 (“certamente compraria”); já a amostra FC recebeu a nota 4 (“tenho dúvida se

compraria”) por 29% dos avaliadores, seguida da nota 5 (“certamente compraria”) com 28% de citações neste quesito.

Em suma, os resultados demonstraram que houve uma boa aceitação sensorial dos doces de pitaya testados, visto que 52% e 63% dos provadores disseram que certamente ou provavelmente comprariam a amostra FC e FP, respectivamente.

Conclusão

A adição de pectina em uma das formulações de doce de pitaya, não influenciou negativamente nenhum parâmetro das análises do perfil físico-químico deste produto. Em relação à análise sensorial, a amostra com pectina apresentou alta aceitação nos atributos de aparência, consistência e impressão global, quando comparada a amostra de doce sem pectina. Além disso, os prováveis consumidores do doce indicaram intenção de compra do produto adicionado de pectina. Portanto, a adição de pectina ao doce de pitaya foi sensorialmente aceita e apresentou qualidade para consumo, sendo uma alternativa viável para se obter doces com ponto de corte.

Agradecimentos

Agradecemos à fruticultura da UFVJM, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da mesma universidade, à UFVJM, ao Cnpq e à Capes pelo financiamento à pesquisa.

Referências

- BASTOS, C.D. *et al.* **Propagação da Pitaya vermelha por estaquia**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006.
- BRASIL, 2005. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 2005.
- BOBBIO, P.A. *et al.* **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo, Livraria Varela, 2001. 143p.
- CATANIA, A. S.; BARROS, C. R. de; FERREIRA, S. R. G. Vitaminas e minerais com propriedades antioxidantes e risco cardiometabólico: controvérsias e perspectivas. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, n. 5, p. 550–559, 2010.

- CAVALCANTE, M.L. **Composição de carotenóides e valor de vitamina A na pitanga (*Eugenia uniflora*) e acerola (*Malpighia glabra*).** Rio de Janeiro, 1991. 73p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Nutrição, Universidade Federal do Rio de Janeiro
- DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 637-929, set. 2009.
- GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1978. 284 p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químico-físicos para análises de alimentos**. São Paulo. 4o. ed. Instituto Adolfo Lutz, p. 1020, 2008
- LABOISSIÈRE, L. H. E. S.; PEREIRA, A. J. G.; MOTTA, S.; JUNQUEIRA, R. G. Análise Sensorial de Alimentos: tópicos em ciência de alimentos B. Apostilas do curso de pós-graduação em ciência de alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG, 2001
- MARQUES, V. B. *et al* Fenologia reprodutiva de pitaia-vermelha no município de Lavras-MG. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 984-987, 2011.
- OETTERER, M. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia dos Alimentos**. São Paulo: Manole, 2006, p. 512 – 551.
- PIMENTEL, E. F. *et al.*. **Avaliação da rotulagem e da qualidade físico-química e microbiológica de queijo ralado**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol.22, n.3, pp.289-294, 2002.
- SETEC/MEC. Doces e geléias. p. 33, 2007.
- TORREZAN, R. **Manual para a produção de doce de massa**. Brasília, DF : Embrapa, 2015. p. 68.
- VIANA, L. T. ANÁLISE SENSORIAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS Sensory analysis in the food industry. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, v. 64, n. 366, p. 12–21, 2009. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/riict/article/view/70/76> acesso em 08/05/19.

Capítulo 12

Otimização de sucos mistos de abacaxi e gengibre visando à obtenção de maiores teores de compostos fenólicos totais

Paloma Cristina dos Santos*¹; Edmara Moreira de Souza¹; Natasha Nascimento Lima¹; Ana Clara Costa Dias²; Kelly Moreira Bezerra Gandra³; Patrícia Aparecida Pimenta Pereira³;

Resumo

O presente estudo teve por objetivo otimizar sucos mistos de abacaxi e gengibre visando à obtenção de maiores teores de compostos fenólicos totais. Foram avaliados os efeitos de dois fatores (abacaxi e gengibre), considerando delineamento composto central rotacional (DCCR) $2^2 + 4$ pontos axiais + 3 pontos centrais. Foram realizadas análises quanto a compostos fenólicos totais, em triplicata. Os resultados mostraram que houve diferença entre as formulações em relação ao parâmetro estudado. Observou-se que o abacaxi, isoladamente, não afetou os teores de compostos fenólicos totais, mas que a interação entre os fatores em estudo provocou efeito sinérgico, sendo que a utilização entre 30% e 35% e entre 0,4% e 0,49% de abacaxi e gengibre, respectivamente, torna os sucos mistos com maiores teores de compostos fenólicos totais.

Palavras-chave: *Ananas comosus*. Bioativos. Delineamento central composto rotacional. *Zingiber officinale*.

Introdução

Juntamente com a crescente produção da agricultura no Brasil vem se destacando a fruticultura, que nos últimos anos ganhou destaque graças ao seu grande consumo das frutas *in natura* e seu beneficiamento como nas produções de doces, compotas, polpas e sucos (BARROS; SILVA, 2014).

Dentre os produtos elaborados a partir das frutas, os sucos e néctares apresentam alta aplicabilidade em diferentes segmentos de produtos que têm suco como ingrediente primário ou secundário em sua formulação (PRATI *et al.*, 2005). O consumo de sucos ou néctares está relacionado com a praticidade de se conseguir em um único produto o sabor da fruta ou combinação de suas partes

¹ Discentes, Departamento de Alimentos, Universidade Federal de Ouro Preto

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto

³ Docentes, Departamento de Alimentos, Universidade Federal de Ouro Preto

comestíveis juntamente com seus nutrientes e com a segurança de um alimento pronto para o consumo ou utilização como ingrediente.

Segundo decreto N.º 6.871, suco misto é o suco obtido pela mistura de frutas, combinação de fruta e vegetal, combinação das partes comestíveis de vegetais ou mistura de suco de fruta e vegetal, sendo a denominação constituída da expressão suco misto, seguida da relação de frutas ou vegetais utilizados, em ordem decrescente das quantidades presentes na mistura (BRASIL, 2009).

Abacaxi (*Ananas comosus*) é um fruto pertencente a uma planta herbácea da família das bromelinas, tendo como característica de maior destaque a presença de enzimas que possuem atividades proteolíticas, que papel atuando como coadjuvantes na digestão de proteínas, ao mesmo tempo, em que se torna a matéria-prima de extração dessa mesma enzima (bromelina) de larga aplicação na indústria de alimentos (FRANÇA-SANTOS *et al.*, 2009). Outro fator que se destaca no abacaxi é seus teores de compostos bioativos, principalmente vitamina C e flavonoides (SOBRINHO, 2014).

Já o gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*) é constituído por água, carboidratos, fibras, lipídios e proteínas, com teor de água variando entre 87,40% e 80,80%, sendo seu constituinte de maior destaque (TAVARES, 2007). Possuindo uma ampla utilização tanto na medicina tradicional quanto na contemporânea, os benefícios associados ao consumo periódico de gengibre para saúde humana são justificados principalmente pela presença dos compostos fenólicos. Estudos como o elaborado por Vieira *et al.* (2014) conclui que o gengibre apresenta compostos que podem diminuir sintomas de doenças como colite ulcerosa e artrite reumatoide, em função da sua ação anti-inflamatória, antiviral, antioxidante, bactericida e antitumoral.

Pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de sucos e polpas mistas devem ser desenvolvidas visto que suas características permitem melhorar a aceitação sensorial e incrementar a composição quanto a compostos benéficos para a saúde (CARVALHO; MATTIETTO; BECKMAN, 2017).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi otimizar sucos mistos de abacaxi e gengibre visando à obtenção de maiores teores de compostos fenólicos totais.

Materiais e métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial e na Planta Piloto de Produtos Cárneos e de Base Lipídica da Escola de Nutrição, da Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Ouro Preto – MG.

Para elaboração dos sucos mistos foram utilizados abacaxi (*Ananas comosus*), gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*), açúcar (Delta ®) (obtidos na região de Ouro Preto – MG) e água potável.

Os abacaxis e os gengibres foram sanitizados com solução de hipoclorito de sódio (2,5%) e descascados manualmente. Em seguida, processados por 1 minuto em liquidificador industrial (Tron®, Modelo Master). As polpas obtidas foram envasadas em potes plásticos, identificadas e protegidas com papel alumínio, de forma a evitar a degradação de compostos bioativos; sendo congeladas (-18 °C) em freezer convencional até o momento de elaboração dos sucos.

As proporções dos ingredientes para os sucos mistos de abacaxi e gengibre foram definidas por meio de testes prévios sendo estabelecidos os valores fixos de 2,7% de açúcar e 67% de água. Foram avaliados os efeitos de dois fatores (abacaxi e gengibre), considerando delineamento composto central rotacional (DCCR) $2^2 + 4$ pontos axiais + 3 pontos centrais. Os valores codificados e reais dos fatores estão especificados na Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis codificados e reais das variáveis independentes.

Variáveis Independentes	Níveis codificados e reais das variáveis independentes				
	-1,41	-1	0	1	1,41
X1 (%)	30	31,45	35	38,55	40
X2 (%)	0,4	0,49	0,7	0,91	1,0

Legenda: X1: abacaxi; X2: gengibre

Para permitir o ajuste de um modelo de regressão, pontos axiais foram adicionados para tornar o número de pontos de dados maiores do que o número de parâmetros estimados.

O processamento do suco foi realizado utilizando liquidificador do tipo industrial (Tron®, Modelo Master), por aproximadamente dois minutos, de acordo com a Tabela 1. Em seguida, os sucos foram mantidos sob refrigeração até a realização da análise.

Para a quantificação do teor de compostos fenólicos totais obteve-se o extrato adaptando-se a metodologia de Larrauri *et al.* (1997). Foram utilizados 15 mL de cada amostra, adicionando-se 40 mL de solução metanol/água (50:50 v/v) e 40 mL de acetona/água (70:30 v/v). A mistura permaneceu em repouso por 1 h a temperatura de refrigeração (8 °C). Completado o período, a mistura foi transferida para o balão volumétrico completando o volume para 100 mL com água destilada. Todo o procedimento foi realizado ao abrigo da luz, e o extrato estocado à temperatura de -18 °C.

Após a obtenção do extrato, os compostos fenólicos totais dos sucos mistos de abacaxi e gengibre foram quantificados, em triplicata, de acordo com o método adaptado de Folin-Ciocalteu (WATERHOUSE, 2002). Uma alíquota 0,5 mL da solução do extrato foi pipetada e transferida para tubos de ensaio contendo 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu 10 % (v/v) e 2,0 mL da solução de carbonato de sódio 4% (p/v). Os tubos foram homogeneizados e mantidos em repouso por 120

minutos, ao abrigo de luz, e a absorvância foi determinada a 750 nm, tendo o etanol absoluto como branco.

A determinação do teor de fenólicos totais foi realizada por meio da interpolação da absorvância da amostra contra a curva de calibração construída com padrões de ácido gálico (5, 10, 15, 20, 30 e 40 µg/mL). Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente (AGE)/mL de suco.

Os resultados foram avaliados pela metodologia de superfície de resposta utilizando o software STATISTICA™, versão 8.0 para Windows (StatSoft®). O critério utilizado para aceitar o modelo proposto foi dado pelo alto valor do coeficiente de determinação (R^2) e pela análise de variância.

Resultados e discussão

Na Tabela 2 estão apresentados os efeitos e interações calculados para os teores de compostos fenólicos totais. A adequabilidade do modelo completo pode ser verificada pelo coeficiente de determinação (R^2), que explica 87% de variância total da resposta e pela análise de variância (Tabela 3).

Verifica-se que a variável abacaxi, isoladamente, não provocou nenhum efeito na resposta analisada (Tabela 2 e Figura 1). Porém, a variável gengibre provocou um efeito linear negativo em relação aos teores de compostos fenólicos totais, ou seja, o aumento da concentração dessa variável nos sucos fez com que os teores de compostos fenólicos diminuíssem. No entanto, o efeito de interação positiva das duas variáveis estudadas fez com que se obtenham maiores valores de teor de fenólicos em maiores concentrações de gengibre, apesar de o seu efeito linear negativo, se a concentração de abacaxi também for alta; da mesma forma, altas concentrações também são obtidas em menores concentrações de ambas as variáveis independentes. Vale ressaltar que, de acordo com a literatura, o gengibre apresenta elevado teor de compostos fenólicos totais (136,07 mg AGE/g) (JUSTO *et al.*, 2008) e o abacaxi baixo teor (0,22 mg AGE/g) (KUSKOSKI *et al.*, 2006).

Tabela 2 – Efeitos e interações calculadas para os compostos fenólicos totais (mg AGE/mL suco)

	Efeito	Erro padrão	t(5)	p	R ²
Média	0,054	0,003	18,03	0,00*	
Abacaxi (linear)	0,006	0,004	1,671	0,20	
Abacaxi (quadrático)	-0,006	0,004	-1,393	0,20	0,87
Gengibre (linear)	-0,014	0,004	-3,67	0,00*	
Gengibre (quadrático)	0,004	0,004	0,914	0,40	
Abacaxi x Gengibre	0,02	0,005	3,67	0,00*	

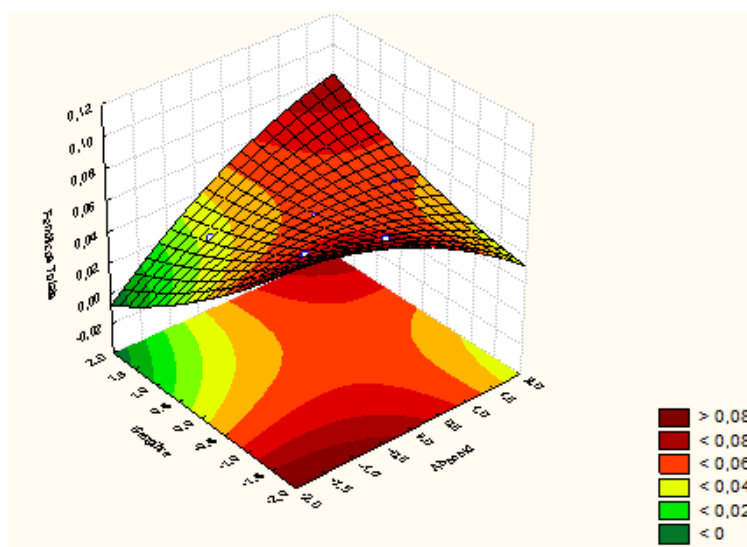
*5% de significância; t (5): teste t-student; p:p-valor

Tabela 3 - Análise de variância para a variável compostos fenólicos totais.

Fontes de variação	SQ	GL	QM	F _{cal}	F _{tab} (5%)
Regressão	0,0009	5	0,0002	6,72	5,05
resíduos	0,0001	5	0,00003		
total	0,0011	10			

Percebe-se que o F_{calculado} foi maior que o F_{tabelado} e o coeficiente de determinação (R²) foi maior que 70%, ou seja, os dados gerados se ajustam adequadamente ao modelo, gerando superfície de resposta para esse parâmetro.

Figura 1 - Superfície de resposta o teor de compostos fenólicos totais das diferentes formulações de sucos mistos de abacaxi e gengibre.



Compostos fenólicos totais (mg AGE/mL suco) = $0,06 + 0,003x_1 - 0,003x_1^2 - 0,007x_2 + 0,002x_2^2 + 0,01x_1x_2$ (Eq.1).

Optou-se por apresentar o modelo completo (Eq. 1), pois a retirada dos termos não significativos provocou diminuição do coeficiente de determinação (R^2) abaixo de 70%.

Conclusão

De acordo com o presente a combinação de abacaxi e gengibre na elaboração de sucos mistos provocou efeito na variável resposta em estudo, sendo que sua utilização entre 30% e 35% e entre 0,4% e 0,49% de abacaxi e gengibre, respectivamente, tornam os sucos mistos com maiores teores de compostos fenólicos totais, o qual pode ser observado por meio da superfície de resposta possuindo, assim, potencial tecnológico.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) pela oportunidade de realização deste trabalho, a Pró-reitora de Pesquisa e Pós-graduação (PROPP/UFOP) pela concessão da pesquisa e a FAPEMIG (APQ 02047-14) pelo apoio financeiro.

Referências

- AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (1984). **Official Analytical Chemists**, 14th ed., Arlington.
- BARROS, G.; SILVA, F. A. CEPEA - **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**-ESALQ/USP. São Paulo, USP, 2014.
- BRASIL. Decreto N° 6.871, de 4 de junho de 2009, regulamenta a Lei n° 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.
- CARVALHO, A.V.; MATTIETTO, R.A.; BECKMAN, J.C. Estudo da estabilidade de polpas de frutas tropicais mistas congeladas utilizadas na formulação de bebidas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, V: 20, p: 9. 2017.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, V.38, N.2, P. 109-112, 2014
- FRANÇA-SANTOS, A.; ALVES, R. S.; LEITE, N. S.; FERNANDES, R. P. M.; Estudos bioquímicos da enzima bromelina do *Ananas comosus* (abacaxi). **Scientia Plena** 5, São Cristóvão - SE, V: 5. N:11. P: 6. 2009.

- JUSTO, O. R.; MORAES, A. M.; BARRETO, G. P. M.; MERCADANTE, A. Z.; ROSA, P.T. V.; Avaliação do potencial antioxidante de extratos ativos de plantas obtidos por extração com fluido supercrítico. **Química Nova**, V: 31, N: 7, P:1699-1705, 2008.
- KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R.; Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, V. 36, N: 4, P:1283-1287, 2006.
- LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; SAURACALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington**, V: 45. N: 4. P: 1390-1393. 1997.
- PRATI, P.; MORETTI, R. H.; CARDELLO, H. M. A. B. Elaboração de bebida composta por mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sucos de frutas ácidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, V: 25. N: 1. P: 147-152. 2005.
- SOBRINHO, I. S. B.. **Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriundos da indústria produtora de polpas**. 2014, f: 166. Dissertação (Ciências Ambientais) – Pos-Graduação, Itapetinga – BA, 2014.
- TAVARES, J. A. **Projeto, construção, testes e operação de um extrator de óleos vegetais**. 2006. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.
- WATERHOUSE, A. L.. Polyphenolics: determination of total phenolics. In : wrolstad, R. E.. **Currente protols in food analycal chemistry**. New York: Joh Wiley & Sons, 2002.

Capítulo 13

Avaliação do sabor e impressão global de sucos mistos de abacaxi e gengibre

Edmara Moreira de Souza^{*1}; Paloma Cristina dos Santos ²; Natasha Nascimento Lima³; Ana Clara Costa Dias ⁴; Kelly Moreira Bezerra Gandra ⁵, Patrícia Aparecida Pimenta Pereira⁶

Resumo

A busca por hábitos de qualidade de vida mais saudáveis, tem levado os consumidores a optarem por produtos *in natura* ou elaborados com ingredientes naturais. Nesse cenário destaca-se o consumo de sucos e néctar em função da praticidade, sabor, e por serem fontes de componentes para o organismo, como vitaminas e minerais. Os sucos mistos representam para a indústria alimentícia uma forma de desenvolver novas combinações de sensações, sabores, aromas e com diversas fontes de minerais, fornecendo para os consumidores alternativas desse tipo de produto no mercado. Desta forma, o presente trabalho teve o objetivo de analisar sensorialmente o sabor e impressão global do suco misto de abacaxi e gengibre. Foram avaliados os efeitos de dois fatores (abacaxi e gengibre), considerando delineamento composto central rotacional (DCCR) $2^2 + 4$ pontos axiais + 3 pontos centrais. A avaliação sensorial foi realizada por meio do teste de aceitação com 100 consumidores de sucos. O gengibre e a interação abacaxi x gengibre influenciaram as variáveis respostas em estudo, sendo que para obter maiores escores nesses atributos faz-se necessário a elaboração de sucos mistos contendo de 31,45 % a 38,55 % de abacaxi e 0,4 % a 0,91 % de gengibre.

Palavras-chave: Aceitabilidade, *Ananas comosus*, *Zingiber officinale*.

^{1,2,3} Discentes, Departamento de Alimentos, Universidade Federal de Ouro Preto.

⁴ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto

^{5,6} Docentes, Departamento de Alimentos, Universidade Federal de Ouro Preto.

Introdução

De acordo com o Decreto n° 6871/09, suco misto é o suco obtido pela mistura de frutas, combinação de fruta e vegetal, combinação das partes comestíveis de vegetais ou mistura de suco de fruta e vegetal, sendo a denominação constituída da expressão suco misto, seguida da relação de frutas ou vegetais utilizados, em ordem decrescente das quantidades presentes na mistura (BRASIL,2009). Atualmente, marcado pelo dinamismo do setor, há um mercado crescente para sucos mistos, sendo que essa tendência é mais observada em produtos que utilizam, em suas formulações, frutas tropicais (BEZERRA, *et al.*, 2013).

Segundo ROCHA *et al.* (2011), o aumento do consumo de frutas deu-se principalmente em razão da presença de propriedades funcionais, atribuídas às substâncias bioativas que, mesmo em pequenas quantidades, podem apresentar efeitos fisiológicos adicionais, por meio de sua ação antioxidante.

Nesse cenário destaca-se o abacaxi (*Ananas comosus*), que é uma das frutas tropicais mais cultivadas e possui grande aceitação por parte do consumidor, devido as suas características físico-químicas. Também possui grande importância para aplicação na indústria de alimentos e da saúde, devido à presença de enzimas proteolíticas na sua composição. Outro fator que torna o abacaxi bastante apreciado no mercado é a presença vitaminas, minerais e compostos fenólicos (VENTURINI FILHO, 2010).

Incluído no grupo de “especiarias”, o gengibre (*Zingiber officinale*) é amplamente comercializado em função de seu emprego na medicina popular (NEGRELLE; ELPO; RÜCKER, 2005). O rizoma do gengibre apresenta aroma característico e sabor fortemente pungente. Segundo Justo (2008), o gengibre pode ser considerado um antioxidante com alto potencial para ser utilizado como substituto de antioxidantes sintéticos nas indústrias químicas, farmacêuticas e de alimentos.

Desta forma, tendo em vista os diversos benefícios do abacaxi e gengibre e as inúmeras vantagens do consumo de suco, o objetivo deste trabalho foi analisar sensorialmente o sabor e impressão global do suco misto de abacaxi e gengibre.

Material e métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial e na Planta Piloto de Produtos Cárneos e de Base Lipídica da Escola de Nutrição, da Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Ouro Preto – MG.

Para elaboração dos sucos mistos foram utilizados abacaxi (*Ananas comosus*), gengibre (*Zingiber officinale*), açúcar (Delta ®) (obtidos na região de Ouro Preto – MG) e água potável.

Os abacaxis e os gengibres foram sanitizados com solução de hipoclorito de sódio (2,5 %) e descascados manualmente. Em seguida, processados por 1 minuto em liquidificador industrial (Tron ®, Modelo Master). As polpas obtidas foram envasadas em potes plásticos, identificadas e protegidas com papel alumínio, de forma a evitar a degradação de compostos bioativos; sendo congeladas (-18 °C) em freezer convencional até o momento de elaboração dos sucos.

As proporções dos ingredientes para os sucos mistos de abacaxi e gengibre foram definidas por meio de testes prévios sendo estabelecidos os valores fixos de 2,7 % de açúcar e 67 % de água. Foram avaliados os efeitos de dois fatores (abacaxi e gengibre), considerando delineamento composto central rotacional (DCCR) $2^2 + 4$ pontos axiais + 3 pontos centrais. Os valores codificados e reais dos fatores estão especificados na Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis codificados e reais das variáveis independentes.

Variáveis Independentes	Níveis codificados e reais das variáveis independentes				
	-1,41	-1	0	1	1,41
X1 (%)	30	31,45	35	38,55	40
X2 (%)	0,4	0,49	0,7	0,91	1,0

X1: abacaxi; X2: gengibre

Para permitir o ajuste de um modelo de regressão, pontos axiais foram adicionados para tornar o número de pontos de dados maior do que o número de parâmetros estimados.

O processamento do suco foi realizado utilizando liquidificador do tipo industrial (Tron ®, Modelo Master), por aproximadamente dois minutos, de acordo com a Tabela 1. Em seguida, os sucos foram mantidos sob refrigeração até a realização da análise.

O trabalho foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa nº 79263517.9.0000.5150. O teste de aceitação em relação aos atributos sabor e impressão global foi conduzido em laboratório, com 100 consumidores de sucos de frutas utilizando-se a escala hedônica estruturada de 9 pontos (1= desgostei extremamente a 9= gostei extremamente) (STONE & SIDEL, 1993). As amostras, com aproximadamente 30 mL, foram servidas em copos descartáveis de 50 mL, em temperatura de refrigeração (10 °C), seguindo a ordem de apresentação proposta por Wakeling e MacFie (1995). Estas foram codificadas com algarismos de três dígitos retirados de uma tabela de números aleatórios. O teste foi realizado em cabines individuais sob luz branca. A avaliação sensorial

foi realizada em 2 sessões (utilizando os mesmos provadores). Os resultados foram avaliados pela metodologia de superfície de resposta utilizando o software STATISTICA™, versão 8.0 para Windows (StatSoft®). O critério utilizado para aceitar o modelo proposto foi dado pelo alto valor do coeficiente de determinação (R^2) e pela análise de variância. Para os parâmetros que não houve ajuste de modelo, fez-se teste de médias (Scott-Knott) a 5,0 % de significância em software Sisvar (FERREIRA, 2014).

Resultados e discussão

A Tabela 2 apresenta a estimativa dos efeitos para os parâmetros de sabor e impressão global dos sucos mistos de abacaxi e gengibre.

Tabela 2 - Estimativa dos efeitos para os parâmetros de sabor e impressão global dos sucos mistos de abacaxi e gengibre.

Parâmetro	Fator	Efeito	Erro Padrão	t(5)	p	R^2
Sabor	Média	6,31	0,11	54,8	0,00*	0,81
	Abacaxi (linear)	0,25	0,14	1,81	0,12	
	Abacaxi (quadrático)	-0,08	0,16	-0,47	0,65	
	Gengibre (linear)	-0,27	0,14	-1,95	0,10	
	Gengibre (quadrático)	0,43	0,16	2,56	0,05*	
	Abacaxi x Gengibre	0,52	0,19	2,65	0,04*	
Impressão Global	Média	6,68	0,07	84,98	0,00*	0,83
	Abacaxi (linear)	0,15	0,09	1,65	0,15	
	Abacaxi (quadrático)	-0,05	0,11	-0,5	0,63	
	Gengibre (linear)	-0,21	0,09	-2,19	0,07	
	Gengibre (quadrático)	0,29	0,11	2,58	0,04*	
	Abacaxi x Gengibre	0,4	0,13	2,94	0,03*	

*5% de significância; t (5): teste t-student; p:p-valor

Observa-se que a interação abacaxi x gengibre contribuiu positivamente nos parâmetros de sabor e impressão global (Tabela 2). Além disso, verifica-se que o gengibre afetou positivamente, de forma quadrática os atributos avaliados.

A Tabela 3 apresenta a análise de variância para os parâmetros de sabor e impressão global, a 95 % de confiança.

Tabela 3 - Análise de variância para os parâmetros de sabor e impressão global, a 95 % de confiança.

Parâmetro	Fontes de Variação	SQ	QL	QM	F _{cal}	F _{tab}
Sabor	Regressão	0,89	5	0,18	4,50	5,05
	Resíduos	0,20	5	0,04		
	Total	1,09	10			
Impressão global	Regressão	0,46	5	0,092	5,00	5,05
	Resíduos	0,09	5	0,018		
	Total	0,55	10			

Nota-se que o F_{cal} foi menor que o F_{tab} desta forma não foi possível gerar superfícies de respostas para as variáveis respostas em estudo. Diante disso, fez-se teste de médias (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios dos atributos sabor e impressão global das diferentes formulações de suco misto de abacaxi e gengibre.

Formulações	Sabor	Impressão Global
F1	6,77 a	7,05 a
F2	6,65 a	6,88 a
F3	5,90 b	6,39 b
F4	6,83 a	7,03 a
F5	6,12 b	6,54 b
F6	6,27 b	6,66 b
F7	6,85 a	6,93 a
F8	6,56 a	6,83 b
F9	6,09 b	6,42 b

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Scott-Knott a 5 % de significância. *Formulação F9: média dos valores obtidos pelas formulações F9, F10 e F11. F1: 31,45 % de abacaxi e 0,49 % de gengibre; F2: 38,55 de abacaxi e 0,49 % de gengibre; F3: 31,45% de abacaxi e 0,91% de gengibre; F4: 38,55 de abacaxi e 0,91 % de gengibre; F5:30 % de abacaxi e 0,7 % de gengibre; F6: 40 % e abacaxi e 0,7 % de gengibre; F7: 35 % de abacaxi e 0,4 % de gengibre; F8: 35 % de abacaxi e 1 % de gengibre; F9,F10 e F11: 35 % de abacaxi e 0,7 % de gengibre.

Observa-se que, para os atributos em estudo, as maiores notas foram obtidas pelas formulações F1 (31,45 % de abacaxi e 0,49 % de gengibre), F2 (38,55 % de abacaxi e 0,49 % de gengibre), F4

(38,55 % de abacaxi e 0,91 % de gengibre) e F7 (35 % de abacaxi e 0,4 % de gengibre) não diferindo entre si ($p > 0,05$), contendo escores entre 6 (gostei ligeiramente) a 8 (gostei muito). A F8 (35 % de abacaxi e 1 % de gengibre) foi exceção, pois obteve maior e menor média em relação a sabor e impressão global, respectivamente. Esses resultados podem ser em decorrência a quantidade de suco de abacaxi utilizado (muito maior que o gengibre), uma vez que, segundo Marcellini *et al.* (2005), o suco de abacaxi é muito apreciado em todos os países tropicais, em função de seu sabor característico.

Conclusão

Por meio dos resultados obtidos foi possível concluir que a elaboração de sucos mistos de abacaxi e gengibre possui potencial, visto que apresentou grande aceitabilidade quanto aos atributos de sabor e impressão global, sendo que para obter maiores escores nesses atributos faz-se necessário a elaboração de sucos mistos contendo de 31,45 % a 38,55 % de abacaxi e 0,4 % a 0,91 % de gengibre.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) pela oportunidade de realização deste trabalho, a Pró-reitora de pesquisa e Pós-graduação (PROPP/UFOP) pela concessão da pesquisa e a FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia. P. 8, 1993.
- BEZERRA, C. V.; SILVA, L. H. M.; COSTA, R. D. S.; MATTIETTO, R. A.; RODRIGUES A. M. C. Comportamento reológico de suco misto elaborado com frutas tropicais. **Food Technology**, Campinas, V. 16, N. 2, P. 155-162, 2013.
- BRASIL. DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUNHO DE 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 2009.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, V.38, N.2, P. 109-112, 2014.
- JUSTO, O. R.; *et al.* Avaliação do potencial antioxidante de extratos ativos de plantas obtidos por extração com fluido supercrítico. **Química Nova**. vol. 31, n.7, p. 1699-1705, 2008.
- MARCELLINI, P. S.; CHAINHO, T. F.; BOLINI, H. M. A. Doçura ideal e análise de aceitação de suco de abacaxi concentrado reconstituído adoçado com diferentes edulcorantes e sacarose. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, V.16, N.2, P.177-182, 2005.

- NEGRELLE, R. R. B.; ELPO, E. R. S.; RÜCKER, N. G. A. Análise prospectiva do agronegócio gengibre no estado do Paraná. **Horticultura Brasileira**, Brasília, V.23, N.4, P.1022-1028, 2005.
- ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, V. 33, N. 4, P. 1215-1221, 2011.
- STONE, H.; SIDEL, J., **Sensory Evaluation Practices**. New York: Academic Press, 1993.
- VENTURINI, F.W.G. **Bebidas não alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. Blucher, São Paulo, V. 2, 2010,
- WAKELING, I. N.; MACFIE, H. J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Barking, V. 6, N. 4, P. 299-308, 1995.

Capítulo 14

Alterações físico-químicas de óleos usados durante o processo de fritura de alimentos em estabelecimentos comerciais

Marco Aurélio de Campos Júnior¹; Maria Jullya Guedes da Silva²; Cintia Nanci Kobori³

Resumo

Durante a fritura, o óleo ou gordura é exposto a elevadas temperaturas, acelerando as reações de oxidação, hidrólise e polimerização dos lipídeos. Este trabalho teve como objetivo avaliar alterações que ocorrem nos óleos utilizados durante o processo de fritura realizado por estabelecimentos comerciais de Sete Lagoas – MG. Amostras do óleo novo (antes da fritura), do óleo na metade de um ciclo de fritura usual e do óleo de descarte foram fornecidas pelos estabelecimentos comerciais e foram avaliadas com relação aos parâmetros: teor de ácidos graxos livres (AGL), índices de peróxidos, refração, análise instrumental de cor, viscosidade e por um medidor de qualidade de óleos 3M® (teste rápido) disponível no mercado. As amostras de óleo de soja utilizadas para fritura de peixe empanado apresentaram os maiores teores de AGL e o óleo já deveria ter sido descartado no tempo de coleta do óleo em uso. As análises instrumentais confirmaram que os óleos ficaram mais escuros e viscosos ao longo do tempo de uso para fritura, mas não foi possível estabelecer o momento do descarte por estes parâmetros. Os resultados apontaram um descarte tardio de alguns óleos ainda em uso, tanto pelos métodos laboratoriais tradicionais quanto pelo teste rápido comercial.

Palavras-chave: Degradação. Oxidação lipídica. Qualidade. Restaurantes.

Introdução

Os lipídeos são um conjunto de substâncias químicas com alta solubilidade em solventes orgânicos (apolares) e insolubilidade em água (polar). Encontram-se distribuídos em todos os tecidos, principalmente, nas membranas celulares e células de gordura (JORGE, 2009). São classificados em simples (triglicerídeos), compostos (fosfolipídeos) e derivados (esteróis e carotenoides). Os óleos e

¹Aluno de Graduação, Bolsista de Iniciação Científica FAPEMIG, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

²Aluna de Ensino Médio, Bolsista do Programa Primeiro Passos na Ciência (PPC/FAPEMIG/UFSJ)

³Docente/Orientadora, Departamento de Engenharia de Alimentos, UFSJ

gorduras diferem-se entre si pelo ponto de fusão, sendo os óleos líquidos em temperatura ambiente e as gorduras sólidas (ou pastosa), dependendo da quantidade de duplas ligações presentes em sua cadeia (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008).

No processo de fritura, o alimento é submerso em óleo ou gordura quente que age como meio de transferência de calor. Esta forma de aquecimento é mais eficiente que o cozimento em fornos (ar quente) e mais rápido que o cozimento em água, já que as temperaturas alcançadas pelo óleo ou gordura nos processos de fritura são superiores às alcançadas pela água em ebulição. Durante o aquecimento no processo de fritura, uma série complexa de reações produz numerosos compostos de degradação dos lipídeos. Com o decorrer das reações de oxidação, hidrólise e polimerização, as qualidades funcionais, sensoriais e nutricionais se modificam e podem chegar a níveis em que não se consegue mais produzir alimentos de qualidade. O uso repetitivo dos óleos de fritura também aumenta a produção de compostos que podem colocar a saúde do consumidor em risco (DOBARGANES; MÁRQUEZ-RUIZ; VELASCO, 2000).

Como parte do óleo é absorvida pelo alimento, este se torna um ingrediente do produto, portanto, é necessário um processo de fritura de qualidade para não ocorrer contaminação alimentar por ingestão de substâncias nocivas como peróxidos, radicais livres e ácidos graxos *trans* (CELLA; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2002). O índice de peróxido, índice de acidez, cor de Lovibond, compostos polares, entre outros, são índices que ajudam a controlar o nível de degradação do óleo ou gordura e indicam quando é preciso descartá-lo. Alguns países, como Bélgica, França, Alemanha, Suíça, Holanda, Estados Unidos, Japão, Espanha e Chile adotaram leis e regulamentações para o controle da qualidade de óleos e frituras (FIRESTONE, 1993).

O Brasil não possui uma regulamentação que defina legalmente o monitoramento do descarte para óleos e gorduras utilizados em processos de fritura. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publicou recomendações de Boas Práticas que se encontram disponíveis para consulta no Informe Técnico nº 11 de 5 de outubro de 2004 (BRASIL, 2004), entretanto, recomenda-se apenas que a quantidade de ácidos graxos livres não seja superior a 0,9%; que o teor de compostos polares não seja maior que 25%; e que os valores de ácido linolênico do óleo de fritura não devam ultrapassar o limite de 2%.

As frituras descontínuas são bastante utilizadas tanto no preparo doméstico quanto em restaurantes e lanchonetes. O óleo ou gordura pode ser reutilizado muitas vezes com uma mínima reposição pelos estabelecimentos, o que pode originar elevados níveis de alteração (DAMY; JORGE, 2003). Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações que ocorrem nos óleos ou gorduras utilizados durante o processo de fritura realizado por estabelecimentos comerciais da cidade de Sete Lagoas-MG.

Material e métodos

Para avaliar as alterações que ocorrem nos óleos ou gorduras e a qualidade dos procedimentos de fritura, foram contatados estabelecimentos comerciais da cidade de Sete Lagoas-MG para fornecerem as amostras de óleos ou gorduras usados durante um ciclo de fritura e descarte. Para avaliar as alterações ocorridas durante o uso do óleo ou gordura, as amostras foram coletadas pelo responsável do estabelecimento comercial em três tempos distintos: 1. antes da fritura (óleo novo); 2. na metade do tempo de descarte comumente utilizado pelo estabelecimento (óleo em uso); e 3. no momento do descarte (óleo descartado). Um questionário foi aplicado por meio de entrevista para coletar informações como: tipo do óleo usado, tipo de alimento frito, uso de fritadeira ou tacho, volume, controle de temperatura, tempo de uso e/ou prática de completar o volume ao invés de descartá-lo e forma de descarte.

As amostras foram identificadas e acondicionadas em frascos de vidro âmbar com tampa, transportadas em caixas herméticas com gelo e armazenadas à temperatura de -20°C . No momento das análises, as amostras foram descongeladas, protegidas da luz e filtradas com papel de filtro caso houvesse muitas partículas sólidas residuais.

As análises de ácidos graxos livres, índices de peróxido e refração foram realizadas de acordo com os métodos oficiais da *American Oil Chemists' Society* (AOCS, 2001) Ca 5a-40, Cd 8 53 e Cc 7-25, respectivamente. Para as medições de cor das amostras de óleos foram submetidas a leituras em colorímetro portátil (Minolta Chroma meter CR-210) calibrado previamente e no sistema de cor CIELAB, onde L^* representa a luminosidade, a^* , o eixo vermelho-verde e b^* , o eixo amarelo-azul. Estas análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram avaliados por meio do teste de Tukey em nível de 5% de significância ($p < 0,05$) com auxílio do programa Statistica, versão 13.3 (Tibco Software Inc, 2017).

Com o intuito de confrontar as análises tradicionais em laboratório com um teste rápido de qualidade de óleos de fritura disponível no mercado, utilizou-se também o Monitor de óleos e gorduras de fritura da 3M®. Este teste mostra a leitura da qualidade realizada com uma tira de prova imersa diretamente no óleo que possui quatro faixas azuis, conforme ocorre à alteração dessa cor de azul em amarelo, o gabarito apresenta uma faixa de degradação da amostra que varia de 2 a 7% de degradação. De acordo com a recomendação do fabricante na embalagem, o óleo em uso deve ser descartado a partir de 3,5% e 5,5% caso a cor, sabor e textura dos alimentos fritos não forem aceitáveis. Para 7,0% recomenda-se o descarte da gordura e qualquer produto alimentício frito por ela.

A viscosidade dos óleos ou gorduras foi determinada em viscosímetro Brookfield Br RVT a temperatura ambiente e a 40°C com *spindle* padrão número 61 e velocidade de rotação adequada para leitura de acordo com o torque necessário.

Resultados e discussão

As informações coletadas com o responsável do estabelecimento sobre os quatro tipos de amostras de óleos utilizados em processos de fritura estão apresentadas no Quadro 1. O tipo de óleo utilizado em todos os procedimentos de fritura é o de soja, as amostras de óleo 1, 2 e 4 foram usadas para o mesmo tipo de alimento, mas apenas 1 e 2 possuem condições de processo de fritura semelhantes. A amostra 3 foi utilizada apenas para batata e possui o maior tempo de uso (1 mês), enquanto a amostra 4 é descartada diariamente e não há controle da temperatura do óleo durante a fritura.

Quadro 1 - Dados fornecidos pelo responsável do estabelecimento comercial para as amostras de óleo coletadas durante a fritura dos alimentos nos tempos: óleo novo, em uso e descartado.

Informações	Respostas obtidas no estabelecimento comercial			
	1	2	3	4
Tipo de alimento frito	Peixe/bolinho	Peixe/bolinho	Batata	Peixe/bolinho
Tipo de recipiente	Fritadeira	Fritadeira	Fritadeira	Tacho
Volume do recipiente	55 L	55 L	120 L	42 L
Tipo de óleo ou gordura	Óleo de soja	Óleo de soja	Óleo de soja	Óleo de soja
Temperatura	150°C	150°C	150°C	Não controlada
Adição de óleo novo	Não	Não	Não	Sim
Tempo de descarte	1 - 3 dias	1 - 3 dias	1 mês	Diário
Monitora a qualidade	Não	Não	Não	Não
Método de descarte	Coletor	Coletor	Coletor	Coletor

A Tabela 1 apresenta as médias dos resultados obtidos para as análises de ácidos graxos livres, índice de acidez, índice de peróxidos e índice de refração para as amostras de óleo de soja utilizado em fritura de peixe empanado ou bolinho e batata palito ou *chips*.

Tabela 1 - Média das análises de Ácidos Graxos Livres, Índices de Peróxidos e de Refração e a faixa de degradação indicada pelo Monitor 3M® para as amostras de óleo coletadas.

Parâmetros	Ácidos Graxos Livres (%)*	Índice de Peróxidos (mEq/Kg)*	Índice de Refração (40°C)	Monitor 3M® (%)
<i>Amostra 1: Óleo de soja para fritura de peixe empanado ou bolinho em fritadeira</i>				
Óleo Novo	0,22 ± 0,048 ^c	0,80 ± 0,199 ^c	1,4695	0,0 - 2,0
Óleos em uso	1,81 ± 0,079 ^b	1,39 ± 0,344 ^b	1,4692	5,5 - 7,0
Óleo descartado	2,52 ± 0,088 ^a	2,12 ± 0,231 ^a	1,4685	5,5 - 7,0
<i>Amostra 2: Óleo de soja para fritura de peixe empanado ou bolinho em fritadeira</i>				
Óleo Novo	0,24 ± 0,031 ^c	0,79 ± 0,198 ^c	1,4690	0,0 - 2,0
Óleos em uso	1,34 ± 0,034 ^b	3,98 ± 0,722 ^b	1,4688	5,5 - 7,0
Óleo descartado	2,43 ± 0,096 ^a	10,82 ± 0,481 ^a	1,4680	5,5 - 7,0
<i>Amostra 3: Óleo de soja para fritura de batata palito ou chips em fritadeira</i>				
Óleo Novo	0,28 ± 0,058 ^c	1,93 ± 0,308 ^a	1,4671	0,0 - 2,0
Óleos em uso	0,47 ± 0,030 ^b	10,41 ± 0,269 ^c	1,4675	2,0 - 3,5
Óleo descartado	0,58 ± 0,016 ^a	3,46 ± 0,830 ^b	1,4682	2,0 - 3,5
<i>Amostra 4: Óleo de soja para fritura de peixe empanado ou bolinho em tacho</i>				
Óleo Novo	0,26 ± 0,033 ^b	0,60 ± 0,197 ^a	1,4684	0,0 - 2,0
Óleos em uso	0,64 ± 0,067 ^a	4,83 ± 0,943 ^b	1,4695	2,0 - 3,5

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: *Média ± Desvio Padrão de três repetições seguidas da mesma letra minúscula na coluna para o mesmo tipo de amostra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os teores de ácidos graxos livres encontrados no óleo de soja foram calculados através da porcentagem de ácido oleico disposto na amostra. Os valores médios obtidos através das análises em triplicata variaram de 0,22 a 0,28% de ácidos graxos livres para os óleos novos e de 0,57 a 2,51% de ácidos graxos livres para os óleos descartados. A partir destes dados, foi possível determinar o índice de acidez das amostras, que variaram entre 0,45 mg KOH/g e 5,01 mg KOH/g.

Conforme o Informe Técnico n° 11 de 5 de outubro de 2004 (BRASIL, 2004) sobre Boas Práticas de Frituras de Alimentos, é recomendado o descarte dos óleos utilizados para fritura com teor de ácidos graxos livres acima de 0,9%. Desta forma, as amostras 1 e 2 tiveram um descarte tardio,

já que os valores das amostras coletadas no momento do descarte já estavam superiores (2,52% e 2,43%, respectivamente). A amostra 3 teve um descarte precoce, mesmo com o tempo de uso de 1 mês e amostra 4 já apresentava um valor próximo ao descarte com apenas algumas horas de uso, já que o descarte é diário. Os valores obtidos pelo Monitor 3M® foram congruentes aos encontrados pelas análises laboratoriais, indicando que pode ser um bom indicador para o descarte de óleos e gorduras em restaurantes.

As amostras finais de óleo disponibilizadas para o estudo apresentaram um acréscimo no índice de peróxidos entre 2,6 e 13,6 vezes em relação aos valores obtidos nas amostras de óleo novo. Malacrida e Jorge (2003) encontraram uma variação no índice de peróxidos entre 5,5 e 10,4 vezes em relação às amostras iniciais para fritura de batata a 180°C.

Assim como já relatado por Jorge *et al.* (2005), Damy e Jorge (2003), Del Ré *et al.* (2003), o índice de peróxidos é uma análise instável pois os peróxidos são compostos secundários durante o processo oxidação lipídica (CUESTA *et al.*, 1991), apesar de ser uma análise tradicional para avaliação da degradação do óleo, avaliar apenas este índice pode não indicar corretamente o momento de descarte já que estes compostos não estão presentes na fase de terminação da auto-oxidação lipídica.

Ocorreram pequenas variações em relação ao índice de refração nas amostras, que variaram entre 1,4671 a 1,4695. A alteração pode ocorrer em detrimento da polimerização dos compostos, devido às várias alterações oxidativas nas quais o óleo fica exposto durante a fritura, resultados semelhantes foram encontrados por Malacrida e Jorge (2003).

Em relação à coloração das amostras, as diferenças significativas encontradas foram para luminosidade (eixo L*) do óleo novo em comparação com as demais amostras. Observa-se que apenas as amostras de óleo utilizado para peixe empanado apresentaram valores menores que 50, indicando um maior escurecimento destas amostras a partir da amostra em uso, já que este eixo varia de 0 a 100. Todas apresentaram b* positivo pela tonalidade amarelada dos óleos e houve uma variação em relação ao eixo a* que varia do verde (-) ao vermelho (+), indicando a alteração para coloração marrom (resultado da mistura vermelho, amarelo e preto) conforme o tempo de uso.

A viscosidade de 29 cP para o óleo de soja a temperatura de 38°C foi reportada por Jorge (2009), valor próximo aos encontrados para as amostras de óleo novo fornecidas pelos estabelecimentos (Figura 1). Segundo Malacrida e Jorge (2003), a viscosidade tende a aumentar conforme ocorrem as reações de polimerização dos compostos durante a oxidação lipídica no óleo utilizado em processos de fritura. Esse fenômeno pode ser confirmado com os dados de viscosidade obtidos ao longo do tempo de utilização, independente das condições utilizadas. Apenas para a amostra 3 (óleo utilizado para a fritura de batata), a viscosidade apresentou um aumento mais suave.

Os óleos utilizados para peixe empanado e bolinho podem apresentar uma maior velocidade de degradação devido ao acúmulo de resíduos do alimento no óleo e pelo peixe possuir uma maior quantidade de ácidos graxos insaturados.

Tabela 2 – Média dos valores obtidos para leitura dos parâmetros de coloração das amostras de óleo de soja utilizado em fritura.

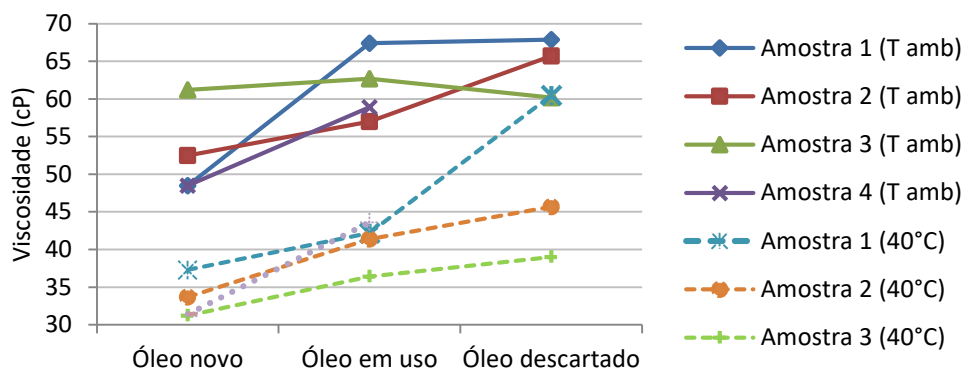
Parâmetros de cor	L*	a*	b*
<i>Amostra 1: Óleo de soja para fritura de peixe empanado ou bolinho em fritadeira</i>			
Óleo novo	58,92 ± 0,21 ^a	-1,54 ± 0,01 ^c	3,17 ± 0,06 ^b
Óleos em uso	44,74 ± 0,28 ^b	5,70 ± 0,02 ^a	5,01 ± 0,15 ^a
Óleo descartado	44,67 ± 0,07 ^b	4,47 ± 0,22 ^b	3,32 ± 0,13 ^b
<i>Amostra 2: Óleo de soja para fritura de peixe empanado ou bolinho em fritadeira</i>			
Óleo novo	58,58 ± 0,16 ^a	-1,37 ± 0,01 ^c	2,97 ± 0,12 ^c
Óleos em uso	44,94 ± 0,06 ^b	5,69 ± 0,04 ^a	5,74 ± 0,11 ^a
Óleo descartado	43,88 ± 0,08 ^b	5,13 ± 0,04 ^b	3,40 ± 0,21 ^c
<i>Amostra 3: Óleo de soja para fritura de batata palito ou chips em fritadeira</i>			
Óleo novo	59,95 ± 0,02 ^a	-1,96 ± 0,02 ^b	4,75 ± 0,05 ^c
Óleos em uso	57,40 ± 0,04 ^b	-2,59 ± 0,03 ^c	11,08 ± 0,05 ^b
Óleo descartado	55,14 ± 0,12 ^c	-1,52 ± 0,03 ^a	15,67 ± 0,15 ^a
<i>Amostra 4: Óleo de soja para fritura de peixe empanado ou bolinho em tacho</i>			
Óleo novo	58,53 ± 0,11 ^a	-1,56 ± 0,01 ^b	3,36 ± 0,04 ^b
Óleos em uso	50,37 ± 0,06 ^b	2,68 ± 0,02 ^a	13,80 ± 0,11 ^a

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Média ± Desvio Padrão de três repetições seguidas da mesma letra minúscula na coluna para o mesmo tipo de amostra não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A avaliação da viscosidade, assim como a cor, é uma característica física comumente utilizada pela população para o descarte do óleo de fritura, mas não foi possível estabelecer o momento do descarte por este parâmetro.

Figura 1 – Viscosidade das amostras de óleo aferidas à temperatura ambiente (~28°C) e a 40°C.



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: T amb: Temperatura ambiente.

Conclusão

A falta de fiscalização e de uma legislação mais específica para o descarte de óleos ou gorduras utilizados em fritura por estabelecimentos comerciais é prejudicial tanto para os comerciantes que podem colocar em risco matérias-primas de qualidade, quanto para os consumidores. Os alimentos fritos podem absorver compostos nocivos à saúde como radicais livres, peróxidos e ácidos graxos *trans* presentes em óleos de frituras reutilizados por muito tempo. Os resultados apontaram um descarte tardio dos óleos utilizados para a fritura de peixe empanado e bolinho, tanto pelos métodos laboratoriais tradicionais quanto pelo Monitor de qualidade de óleos da 3M®. Os estabelecimentos comerciais ainda não utilizam estes testes rápidos para verificar a qualidade do óleo usado em fritura disponíveis no mercado, apenas estimam pela alteração de cor, odor e viscosidade, parâmetros que podem não indicar o momento correto de descarte do óleo ou gordura.

Agradecimentos

À UFSJ, ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/Edital n° 010/2017/PROPE) e a FAPEMIG.

Referências

- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Informe Técnico nº11, de 5 de outubro de 2004. **Óleos e gorduras utilizados em frituras.** Disponível em: http://anvisa.gov.br/alimentos/informes/11_051004.htm. Acesso em: 27 mai. 2019.
- AOCS. American Oil Chemists Society. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society**, 5th ed., Washington, 2001.
- CELLA, R. C. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 111-116, 2002.
- CUESTA, C. *et al.* Modificaciones de un aceite de oliva durante las frituras sucesivas de patatas. correlaciones entre distintos índices analíticos y de evaluación global de la degradación. **Revista de agroquímica y tecnología de alimentos**, v. 31, n. 4, p. 523-531, 1991.
- DAMY, P. C.; JORGE, N. Determinações físico-químicas do óleo de soja e da gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 251-7, 2003.
- DEL RÉ, P. V. *et al.* Influência da relação superfície/volume em frituras de batata palito **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, n. 3, p. 213 - 219, 2003.
- DOBARGANES, M. C.; MÁRQUEZ-RUIZ, G.; VELASCO, J. Interactions between fat and food during deep-frying. **Europe Journal Lipid Science Technology**, v. 102, n. 8-9, p. 521-528, 2000.
- FIRESTONE, D. **Worldwide regulation of frying fats and oils.** Inform, S.l., v. 4, n. 12, p. 1366-1371, 1993.
- JORGE, N. *et al.* Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. **Química Nova**, v. 28, n. 6, p. 947-951, 2005.
- JORGE, N.; **Química e tecnologia de óleos vegetais.** Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2009.
- MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Alterações do óleo de soja e da mistura azeite de dendê – óleo de soja em frituras descontínuas de batata chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 245-249, jul/dez., 2003.
- ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coord.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, Secretaria de Estado da Saúde, 2008. 1020 p.

Capítulo 15

Avaliação do perfil de textura em chocolates com adição de gordura vegetal hidrogenada

Ingrid Alves Santos*¹; Pablo Luan de Jesus Dantas²; Daniele Gomes Conceição³; Márcia Soares Gonçalves¹; Grazielly de Jesus Silva³, Sibelli Passini Barbosa Ferrão⁴

Resumo

O chocolate é uma suspensão de partículas sólidas (açúcar, sólidos de cacau e sólidos de leite) em uma fase gordurosa contínua. A manteiga de cacau é um dos ingredientes mais importantes para a produção do chocolate, além de ser o ingrediente mais caro, representando a fase contínua do chocolate sendo muitas vezes substituída por outras gorduras. Objetivou-se avaliar as diferenças ocasionadas nos parâmetros de textura do chocolate ao leite com substituição parcial da manteiga de cacau por gordura vegetal hidrogenada. Foram produzidas duas formulações de chocolate, uma contendo apenas manteiga de cacau e outra gordura vegetal hidrogenada, essas formulações foram submetidas à análise do perfil de textura. Dureza e elasticidade foram parâmetros que apresentaram diferença significativa, por outro lado, coesividade, gomosidade e mastigabilidades não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos estudados. Foi possível observar que as determinações obtidas através da análise do perfil de textura foram capazes de detectar diferenças significativas entre as formulações de chocolate estudadas, portanto as amostras apresentam características distintas que podem refletir diretamente na aceitação desse produto.

Palavras-chave: Gorduras alternativas. *Theobroma cacao*. Manteiga de cacau.

Introdução

O chocolate é definido como uma suspensão de partículas sólidas como o açúcar e os sólidos de cacau, em uma fase rica em gordura, que contribui consideravelmente para a formação do aroma, sabor e cor, além de promover forma ao produto final. A popularidade desse alimento está

¹Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

²Graduando, Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

³Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

⁴Professora plena, Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

relacionada principalmente com o seu potencial em despertar o prazer sensorial (AFOAKWA *et al.*, 2009; GONÇALVES & LANNES, 2010). De acordo com o Regulamento Técnico para Chocolate e Produtos de Cacau, o chocolate pode ser definido como o produto obtido a partir da mistura de derivados de cacau (*Theobroma cacao L.*), massa (ou pasta ou liquor) de cacau, cacau em pó e ou manteiga de cacau, com outros ingredientes, contendo, no mínimo, 25 % (g.100⁻¹ g) de sólidos totais de cacau (BRASIL, 2005). A produção de chocolate consiste basicamente em cinco etapas: mistura de ingredientes, refino, conchagem, temperagem e cristalização final.

As gorduras encontradas no chocolate incluem manteiga de cacau, gordura do leite e gordura vegetal. A manteiga de cacau é um dos ingredientes mais importantes na formulação do chocolate em razão das características proporcionadas ao mesmo, como dureza e quebra à temperatura ambiente (*snap*), rápida e completa fusão na boca, brilho, contração durante o desmolde e rápido desprendimento de aroma e sabor na degustação (COHEN; LUCCAS; JACKIX, 2004). Tais características permitem que o chocolate seja um produto singular de alto valor agregado que proporciona satisfação ao consumidor.

Quando a manteiga de cacau é substituída por gordura vegetal, o chocolate deixa de ser considerado nobre e passa a ser denominado como hidrogenado ou cobertura. A vantagem é que custa mais barato e é mais fácil de trabalhar, pois dispensa a temperagem. Geralmente é empregado em produções de grande escala, diminuindo os custos. Entretanto, a qualidade final fica comprometida quando comparada a chocolates nobres, pois é inferior em sabor e em textura (AFOAKWA *et al.*, 2008).

Gonçalves e Lannes (2010) explicam que a textura do chocolate é uma condição essencial para a qualidade e que o chocolate é consideravelmente influenciado pela quantidade e tipo de matérias primas usadas, com enfoque para a manteiga de cacau que tem especial importância pelo fato do tipo de gordura ser mais importante que o conteúdo total.

Este trabalho teve como objetivo avaliar as diferenças ocasionadas nos parâmetros de textura do chocolate ao leite com substituição parcial da manteiga de cacau por gordura vegetal hidrogenada.

Material e métodos

Processamento do chocolate

Foram processadas duas diferentes formulações de chocolate ao leite (Tabela 1), uma formulação controle (A) com 45% sólidos de cacau (massa de cacau e manteiga de cacau), e uma formulação (B) cuja manteiga de cacau foi substituída em 75% por gordura vegetal hidrogenada.

Tabela 1 - Formulações utilizadas para o desenvolvimento dos chocolates ao leite

Formulações	Ingredientes					
	Massa de cacau	Leite em pó	Açúcar	Manteiga de cacau	Lecitina	Gordura Hidrogenada
A	37%	7%	47,6%	8%	0,4%	0%
B	37%	7%	47,6%	2%	0,4%	6%

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: A: amostra sem gordura vegetal hidrogenada; B: amostra com gordura vegetal hidrogenada.

A massa de cacau, o açúcar refinado, o leite em pó, a manteiga de cacau e a lecitina de soja foram transferidos para um equipamento de multifunções, melanger (Spectra 11, Coimbatone, Índia). Neste equipamento foram realizadas as operações de mistura dos ingredientes, refino e conchagem, onde a massa de cada formulação permaneceu por 24 horas. A massa conchada a 58°C foi conduzida para o processo de temperagem, em temperadeira mini chocomachine (Finamac, São Paulo, Brasil), onde permaneceu por 1h e 30' em constante agitação, até o resfriamento a 29°C, para finalização da temperagem do chocolate. Essa massa obtida da têmpera foi transferida para formas de acrílico para moldagem dos chocolates e colocadas à temperatura de 5°C por 12 horas. Após resfriados, os chocolates foram embalados e armazenados sob temperatura de 8°C.

Análise do perfil de textura

A análise do perfil de textura, Ensaios de TPA (Texture Profile Analysis) foi realizada utilizando um Analisador de Textura TA.HD plus (Stable Micro Systems, UK). Foram utilizados dez corpos de prova para cada formulação, cada um apresentando 18 mm de altura e 24 mm de diâmetro. Os parâmetros escolhidos foram: 50% de compressão da altura da amostra (9 mm), velocidade da

análise de 1 mm.s^{-1} . Durante todo procedimento as amostras foram mantidas à 25°C . Os parâmetros de TPA foram automaticamente calculados de acordo com as definições de BOURNE (2002) pelo programa Texture Expert, a partir da interpretação dos resultados obtidos no diagrama força x deformação.

Análise estatística

Os resultados foram obtidos em decuplicata utilizando os dados dos corpos de prova das amostras produzidas e apresentados como média \pm desvio padrão, sendo submetidos à análise de variância. As diferenças entre as médias foram testadas a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, com auxílio do pacote estatístico SAS® University Edition.

Resultados e discussão

Os resultados para o perfil de textura dos chocolates encontram-se apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados para o perfil de textura das formulações de chocolate.

Determinação	Amostras	
	A	B
Dureza (N)	1226,97 \pm 23,20 ^a	824,69 \pm 56,67 ^b
Elasticidade (mm)	0,08 \pm 0,02 ^a	0,11 \pm 0,05 ^b
Coesividade	0,02 \pm 0,00 ^a	0,04 \pm 0,02 ^a
Gomosidade	24,26 \pm 4,89 ^a	24,48 \pm 6,82 ^a
Mastigabilidade (J)	0,002 \pm 0,00 ^a	0,003 \pm 0,00 ^a

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: A: amostra sem gordura vegetal hidrogenada; B: amostra com gordura vegetal hidrogenada. Nota: Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A dureza, um dos parâmetros de textura avaliados, dá ideia da firmeza do alimento, sendo uma propriedade instrumentalmente definida como a força requerida para causar uma determinada deformação na amostra (SZCZESNIAK, 2002). Os valores de dureza das amostras mostraram que a presença de gordura vegetal hidrogenada causou uma diferença significativa nesse parâmetro, ocasionando sua redução, tornando o chocolate mais macio.

Segundo Souza e Block (2018), a manteiga de cacau confere ao chocolate diversas propriedades de qualidade como dureza e quebra à temperatura ambiente (*snap*), essas características

únicas promovidas por este ingrediente são consequência da sua composição em ácidos graxos que se distingue da proveniente da gordura hidrogenada.

A elasticidade corresponde à taxa na qual o material deformado volta à sua condição normal após a força de deformação ser removida (GONÇALVES e LANNES, 2010), assim como a dureza, este parâmetro também apresentou diferença significativa entre as amostras, indicando que a formulação com adição de gordura vegetal hidrogenada apresentava uma maior elasticidade.

A coesividade (resistência das ligações internas que formam o produto), a gomosidade (energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido até estar pronto para deglutição) e a mastigabilidade (energia requerida para mastigar um alimento sólido até a deglutição) não apresentaram diferença significativa para as formulações produzidas ou seja, esses parâmetros não foram significativamente afetados pela substituição da manteiga de cacau (GONÇALVES e LANNES, 2010).

Com base nos resultados foi possível inferir que a análise do perfil de textura foi capaz de apontar diferenças existentes entre as formulações de chocolates com gorduras distintas, é importante destacar que as propriedades relacionadas à textura desempenham um papel importante na avaliação sensorial do chocolate, e a fase lipídica contínua é responsável pela manutenção destas características. Sendo assim, é imprescindível que ao adicionar gorduras alternativas à manteiga de cacau, estas não alterem as características sensoriais do chocolate, pois alterações negativas podem causar respostas negativas dos consumidores (TORBICA *et al.*, 2016).

Conclusão

Pela análise do perfil de textura foi possível detectar diferenças entre as duas formulações de chocolate. Tais diferenças podem influenciar diretamente na qualidade e na aceitação desse produto cuja manteiga de cacau foi substituída. O principal parâmetro afetado pela substituição da manteiga de cacau foi a dureza, esta propriedade está diretamente ligada a formação do *snap* que corresponde à quebra do chocolate à temperatura ambiente.

Agradecimentos

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Referências

- AFOAKWA, E. O. *et al.* Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, p. 840-857, 2008.
- AFOAKWA, E. O. *et al.* Microstructure and mechanical properties related to particle size distribution and composition in dark chocolate. **International Journal of Food Science e Technology**, v. 44, p. 111-119, 2009.
- BOURNE, M. **Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, p. 415, 2002.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. VisaLegis. Resolução RDC n.264, de 22 de setembro de 2005. Aprova Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Chocolate e Chocolate Branco. Disponível em: <http://www.aeap.org.br/doc/resolucao_rdc_264_de_22_de_setembro_2005.pdf>. Acesso em: 20 de janeiro de 2019.
- GONÇALVES, E. V.; LANNES, S. C. S. Chocolate rheology. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 845-851, 2010.
- COHEN, K. O.; LUCCAS, V.; JACKIX, M. Revisão: temperagem ou pré-cristalização do chocolate. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.7, p.23-30, 2004.
- SOUZA, C. S.; BLOCK, J. M. Impact of the addition of cocoa butter equivalent on the volatile compounds profile of dark chocolate. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, p. 767-775, 2018.
- SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, Elsevier, v. 13, p. 215-225, 2002.
- TORBICA, A. *et al.* Solid fat content, pre-crystallization conditions, and sensory quality of chocolate with addition of cocoa butter analogues. **International Journal of Food Properties**, v. 19, p. 1029-1043, 2016.

Capítulo 16

Identificação e Quantificação de Voláteis Minoritários em Cachaças Produzidas em Minas Gerais, Brasil.

Nathália de Andrade Neves*¹; Paulo César Stringheta¹

Resumo

As cachaças artesanais possuem uma grande complexidade de aroma, resultante de fatores como qualidade da matéria-prima, seleção de microrganismos fermentadores, métodos de produção e envelhecimento. Na tentativa de compreender os efeitos do envelhecimento em madeiras na fração de voláteis minoritários, foram analisadas por GC-MS 19 cachaças artesanais, sendo elas 5 envelhecidas em bálsamo, 5 em amburana, 4 em carvalho e 5 cachaças brancas. Foram identificados e quantificados 113 compostos voláteis minoritários nas cachaças. A quantificação mostrou grandes diferenças nos valores dos compostos mesmo para cachaças envelhecidas em um mesmo tipo de madeira, não sendo possível a separação em grupos, de acordo com a análise estatística (PCA). No entanto, as cachaças não envelhecidas em madeiras apresentaram maiores concentrações de cumarinas voláteis.

Palavras-chave: amburana, bálsamo, carvalho, CG-MS, composição volátil minoritária.

Introdução

A cachaça é um produto tipicamente brasileiro, obtido por destilação do fermentado de caldo de cana-de-açúcar. De caráter artesanal, carregam consigo características próprias, provenientes de fatores como: qualidade da matéria-prima utilizada, tipos de microrganismos fermentadores empregados no processo, tipo de alambique, além do emprego de características tecnológicas de cada produtor ou de uma determinada região. Tais fatores influenciam na composição volátil das bebidas, que por sua vez, é um fator decisivo na qualidade final do produto (PARENTE *et al.*, 2015).

Além do etanol, vários compostos secundários como aldeídos, álcoois superiores, ésteres, ácidos orgânicos, formados durante a fermentação, contribuem para o aroma e sabor da cachaça. De forma complementar, é típico em Minas Gerais, o emprego de envelhecimento das bebidas em

¹Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa.

madeiras, fato que altera o sabor e a coloração da cachaça. A amburana (*Amburana cearensis*), carvalho nacional (*Quercus* sp.), bálsamo (*Myroxylon peruiferum*), jatobá (*Hymenaeae carbouril*), são exemplos de madeiras utilizadas no envelhecimento da cachaça (SANTIAGO *et al.*, 2016).

A fração volátil das bebidas são os principais constituintes do aroma e sabor, fato de grande relevância na qualidade e aceitação dos consumidores. Espera-se que os compostos voláteis majoritários sejam de composição similar dentro de uma mesma classe de bebidas, sendo as características peculiares de cada produto, definida pela fração volátil minoritária. Embora sejam vastos os estudos sobre a composição volátil das cachaças, são escassos aqueles que objetivam conhecer a formação ou alteração dessa classe de compostos após o processo de envelhecimento em madeiras, sobretudo na fração minoritária. Assim, o objetivo desse trabalho foi identificar e quantificar, por CG-MS, os compostos voláteis minoritários presentes em cachaças envelhecidas em madeiras e cachaças brancas. Além disso, tentar identificar alguma alteração relevante que o tipo de madeira pode causar sobre esse perfil de compostos, utilizando a ferramenta estatística PCA.

Material e métodos

Aquisição da matéria-prima

Foram adquiridas 19 cachaças, no comércio especializado, todas provenientes da mesma região produtora (Salinas, MG), sendo elas 5 cachaças envelhecidas em bálsamo, 5 em amburana, 4 em carvalho e 5 cachaças brancas (não envelhecidas em madeira).

Preparo das amostras – extração em fase sólida

A extração foi realizada tomando-se 25 mL das amostras de cachaças e adicionando 25 mL de água e 500 µL da solução de 4-nonanol (0,1 g/L) utilizada como padrão interno à amostra. Foram utilizados cartuchos para extração em fase sólida LiChrolut EN (40-120 µm) de 5 mL com 0,2 g de adsorbente. Os compostos polares foram extraídos com 25 mL de água e em seguida foi realizada a extração dos compostos voláteis minoritários por meio da passagem pelo cartucho de 15 mL de pentano:diclorometano. As amostras obtidas ao final do processo foram levadas à análise cromatográfica. (IZQUIERDO- CAÑAS *et al.*, 2008).

Análise dos compostos voláteis por CG/MS

Os compostos voláteis foram analisados por cromatografia gasosa acoplada a espectroscopia de massa (GC/MS) ThermoQuest GC2000 e detector de massa DSQII quadruplo. Foi utilizada coluna BP21 de fase estacionária tipo FFAP com 60 m de longitude e 0,32 mm de diâmetro. O gás utilizado com fase móvel foi o Hélio (1,4 mL/min Split 1/15) à temperatura de injeção de 210 °C e condições

de temperatura do forno: 45 °C (15 min) -2 °C/min, 100 °C -1 °C/min, 150 °C - 4 °C/min, 210 °C (45 min). O volume de injeção foi de 2 µL das amostras previamente extraídas em fase sólida.

O detector foi operado a uma voltagem 1250 V com temperatura da fonte de 250 °C, temperatura da interface GC de 250 °C, corrente de emissão de 150 µV e energia de impacto de 70 eV. Os compostos separados foram identificados com base na espectroscopia de massa e tempo de retenção, utilizando-se padrões comerciais como referência. A quantificação foi realizada por meio da análise das características de fragmentação de cada composto tendo como referência o padrão interno (IZQUIERDO- CAÑAS *et al.*, 2008).

Análise estatísticas

A partir dos dados obtidos, foi realizado um teste de Análise de Componentes Principais (PCA) por meio do software R studio (versão 1.1.463).

Resultados e discussão

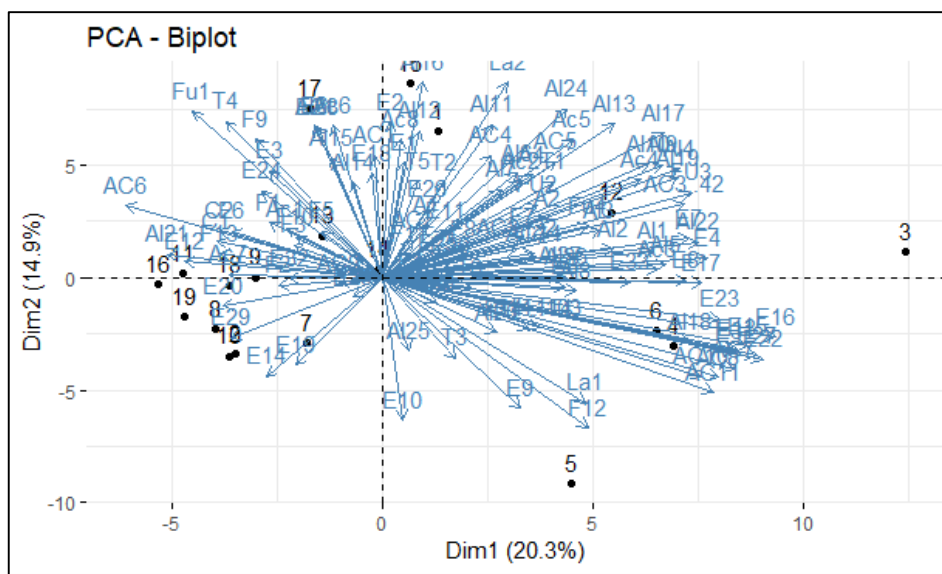
Foram identificados 113 compostos que variaram entre álcoois, ésteres, furanos, ácidos, aldeídos e cetonas, acetatos, terpenos, fenólicos, lactonas e coumarinas. Os compostos identificados e quantificados estão representados na tabela I (em anexo), expressos em valores médios ± desvio padrão de acordo com o grupo de amostras das cachaças. Observou-se que, mesmo as cachaças envelhecidas em um mesmo tipo de madeira, apresentam grande diversidade na composição de voláteis minoritários entre si, não havendo meio de diferenciar as cachaças de acordo com a madeira utilizada no seu envelhecimento, pela análise de componentes principais.

A Análise de Componentes Principais corrobora com a afirmativa acima ao mostrar pouca possibilidade de agrupamento, com PC1 e PC2 sendo capazes de agrupar somente 20,3% e 14,9% da variabilidade total das amostras, respectivamente (Figura 1).

Embora os dados coletados tenham sido insuficientes para a divisão das cachaças em grupos, de acordo com a madeira utilizada no seu envelhecimento, notou-se que as cachaças não envelhecidas (brancas) apresentaram maiores concentrações de cumarinas (3,4-dihydro-2H-1-benzopyran; 2H-1-benzopyran-2-one) que as demais. As cumarinas são compostos fenólicos que possuem reconhecidas propriedades anticoagulantes, além de conferirem aromas adocicados aos produtos alimentícios. A maior concentração desses compostos nas cachaças não envelhecidas em madeiras pode estar associada à alta capacidade de complexação desses compostos que, nas cachaças envelhecidas,

podem associar-se a outras substâncias provenientes da madeira, dando origem às catequinas com maiores graus de complexidade (Porfírio *et al.*, 2014).

Figura 1 - Gráfico dos *scores* e *loadings* da Componente Principal 1 X Componente Principal 2 obtidas para a composição de voláteis minoritários em cachaças envelhecidas em diferentes madeiras.



Legenda: Elementos em azul: *scores* (113 compostos voláteis identificados em cachaças). Elementos em preto: *loadings* (1 a 5 – cachaças envelhecidas em bálsamo; 6 a 10- cachaças envelhecidas em amburana; 11 a 14- cachaças envelhecidas em carvalho; 15 a 19- cachaças brancas)

Conclusão

A análise da fração volátil minoritária das cachaças foi insuficiente para compreender o efeito do envelhecimento das cachaças em madeiras sob essa classe de compostos, devido à grande variação na concentração dos compostos para cachaças envelhecidas na mesma madeira. Tal fato sugere a necessidade de maiores estudos e associações de mais técnicas de análise bem como ampliação do número amostral.

No entanto, foi evidente a maior concentração de cumarinas nas cachaças não envelhecidas, sugerindo que o não envelhecimento em madeiras favorece a preservação desses compostos na bebida.

Referências

IZQUIERDO CAÑAS, P. M., GARCÍA-ROMERO, E., GÓMEZ-ALONSO, S., PALOP HERREROS, M. L. L. Changes in the aromatic composition of Tempranillo wines during

spontaneous malolactic fermentation. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 8, p. 724–730, 2008.

PARENTE, D. C., VIDAL, E. E., LEITE, F. C. B., PITA, W. B., MORAIS JR., M. A. Production of sensory compounds by means of the yeast *Dekkera bruxellensis* in different nitrogen sources with the prospect of producing cachaça. **Yeast**, v. 32, p. 77-87, 2015.

PORFIRIO, D. A., FERREIRA, R. Q., MALAGUTTI, A, R., VALLE, E. M., A. Electrochemical study of the increased antioxidant capacity of flavonoids through complexation with iron(II) ions. **Electrochimica Acta**, v. 141, p. 33–38, 2014.

R Studio (2019). RStudio: Integrated development environment for R (Version 1.1.463) [Computer software]. Boston, MA. Available from <http://www.rstudio.org/>.

SANTIAGO, W. D., CARDOSO, M. D., SANTIAGO, J. A., TEIXEIRA, M. L., BARBOSA, R. B., ZACARONI, L. M., SALES, P. F., NELSON, D. L. Physicochemical profile and determination of volatile compounds in cachaça stored in new oak (*Quercus* sp.), amburana (*Amburana cearensis*), jatoba (*Hymenaeae carbouril*), balsam (*Myroxylon peruiferum*) and peroba (*Paratecoma peroba*) casks by SPME-GC–MS. **Journal of the Institute of Brewing & Distilling**, v. 122, p. 624-634, 2016.

Anexo I

Tabela 1 - Composição de voláteis minoritários em cachaças artesanais produzidas na região de Salinas-MG.

Compostos	Bálsamo	Alburana	Carvalho	Branca
	Álcoois			
1,1-diethoxy-3-methyl-butanol	140,68 ± 65,47	84,64 ± 13,89	159,78 ± 86,74	69,99 ± 10,60
2-pentanol	1456,69 ± 674,82	1267,593 ± 265,90	1332,52 ± 382,17	1014,26 ± 304,49
3-metil-3-buten-1-ol	38,42 ± 11,99	44,96 ± 15,69	43,20 ± 10,72	36,57 ± 9,76
1-pentanol	131,78 ± 77,06	81,20 ± 25,69	89,50 ± 21,90	84,43 ± 41,41
4-metil-1-pentanol	24,91 ± 10,11	22,70 ± 8,42	19,73 ± 5,70	20,95 ± 4,26
c-2-penten-1-ol	20,34 ± 7,82	24,38 ± 10,95	52,95 ± 44,39	33,58 ± 15,21
2-heptanol	7,21 ± 2,75	9,35 ± 4,33	21,60 ± 19,66	13,23 ± 5,81
3-metil-1-pentanol	41,51 ± 11,50	53,30 ± 20,06	54,36 ± 25,16	43,10 ± 9,66
1-hexanol	336,55 ± 288,67	173,76 ± 51,99	200,01 ± 33,33	250,48 ± 120,58
t-3-hexenol	1,35 ± 1,18	1,10 ± 0,59	0,71 ± 0,31	0,88 ± 1,08
3-etoxi-1-propanol	6,59 ± 2,20	6,58 ± 2,45	10,85 ± 6,40	10,43 ± 15,21
c-3-hexen-1-ol	16,55 ± 16,36	13,17 ± 8,66	14,99 ± 3,97	41,80 ± 65,34
3-octanol	1,06 ± 0,22	0,95 ± 0,22	1,07 ± 0,11	1,04 ± 0,17
t-2-hexenol	1,38 ± 1,18	0,53 ± 0,33	1,38 ± 0,92	6,75 ± 13,41
c-2-hexenol	0,87 ± 0,62	0,71 ± 0,70	2,45 ± 2,31	2,39 ± 3,79
1-octen-3-ol	24,12 ± 13,26	21,02 ± 8,93	33,26 ± 5,47	47,19 ± 34,36
1-heptanol	42,54 ± 23,71	25,72 ± 5,91	34,45 ± 15,70	34,26 ± 11,16
2-etil-1-hexanol	318,87 ± 188,39	186,34 ± 165,76	127,65 ± 88,47	161,39 ± 118,21
1-octanol	101,02 ± 48,19	67,73 ± 21,53	69,81 ± 25,60	88,26 ± 26,07
α-terpineol	23,42 ± 12,21	19,96 ± 12,90	18,43 ± 6,82	23,70 ± 22,20
3-metil-tio-propanol	7,05 ± 12,99	20,39 ± 16,18	11,40 ± 3,08	10,10 ± 4,77
2,7-dimetil-4,5-octanodiol	27,43 ± 33,60	18,23 ± 6,96	19,34 ± 24,07	22,65 ± 10,76
3-etil-tio-propanol	23,81 ± 11,90	18,10 ± 10,06	38,82 ± 26,80	36,42 ± 19,41
Álcool benzílico	41,95 ± 25,06	26,65 ± 14,66	52,48 ± 12,28	55,66 ± 38,52
2-feniletanol	13286,71 ± 1980,63	12995,98 ± 5138,74	10534,66 ± 1585,35	10589,93 ± 3472,41
α-bisabolol (1)	217,92 ± 391,11	3,19 ± 2,42	362,01 ± 336,69	8,30 ± 16,22
α-bisabolol (2)	220,81 ± 376,81	3,54 ± 3,17	379,73 ± 330,61	10,90 ± 19,18

Ésteres				
Salicilato de etila	6,02 ± 3,39	5,40 ± 3,52	6,41 ± 3,11	63,40 ± 129,08
4-metil-2-penteno	592,95 ± 726,89	256,88 ± 69,05	498,26 ± 179,13	578,99 ± 351,56
1,1-dietoxi-pentano	66,06 ± 25,89	68,26 ± 33,16	93,49 ± 22,55	123,32 ± 18,86
Etil-2-butenoato	10,67 ± 7,14	3,91 ± 5,70	3,74 ± 4,79	5,68 ± 3,99
Hexanoato de etila	377,51 ± 162,75	382,32 ± 96,88	317,20 ± 75,90	258,94 ± 53,38
1,1,3-trietoxi-propano	8924,28 ± 9469,93	9686,70 ± 10787,98	71598,87 ± 59641,19	118442,12 ± 154924,08
Heptanoato de etila	92,31 ± 95,71	46,67 ± 15,07	61,64 ± 31,95	50,21 ± 14,50
3-etoxi-propionato de etila	3,48 ± 2,82	0,78 ± 1,02	4,49 ± 4,41	0,98 ± 0,47
3-OH-metil-butanoato de etila	4,49 ± 9,70	1,61 ± 2,64	0,18 ± 0,37	0,16 ± 0,36
Etil-2-OH-3-metil-butirato	1464,84 ± 1231,82	829,42 ± 620,76	834,79 ± 415,25	857,48 ± 793,93
Octanoato de etila	1400,85 ± 633,18	1487,47 ± 295,34	1443,39 ± 218,96	1238,40 ± 272,00
Propionato de isobutila	3,64 ± 0,80	4,69 ± 3,20	4,25 ± 1,12	5,24 ± 2,00
Dietoxiacetato de etila	170,94 ± 152,45	56,27 ± 89,71	33,55 ± 30,27	21,93 ± 14,28
Hexanoato de etila	3789,16 ± 943,80	2901,50 ± 2171,20	3050,28 ± 1588,59	3568,66 ± 2447,63
Malonato de dimetila	811,29 ± 634,42	209,04 ± 259,96	158,71 ± 42,33	181,48 ± 96,90
Levunilato de etila	168,67 ± 120,32	77,95 ± 72,14	72,61 ± 29,70	54,67 ± 28,26
2-furoato de etila	34,01 ± 35,97	12,48 ± 6,66	15,36 ± 7,20	11,98 ± 3,66
Decanoato de etila	1815,85 ± 967,72	2064,39 ± 258,54	2371,33 ± 202,43	2288,29 ± 784,25
Succinato de etila e metila	87,23 ± 34,81	131,73 v 88,07	90,63 ± 31,31	109,35 ± 73,23
Succinato de dietila	1770,16 ± 1086,66	1442,63 ± 359,78	1524,58 ± 486,36	2290,78 ± 948,60
Sacililato de metila	32,24 ± 15,19	24,35 ± 13,28	51,80 ± 36,01	48,05 ± 24,74
Glutarato de dietila	5,40 ± 4,49	1,75 ± 3,37	0,60 ± 1,20	0,40 ± 0,58
Benzoacetato de etila	14,40 ± 7,88	8,23 ± 4,24	7,73 ± 2,53	8,46 ± 1,12
4-OH-butanoato-de-etila	38,45 ± 15,85	44,40 ± 31,85	25,68 ± 9,06	31,32 ± 16,47
Dodecanoato de etila	977,83 ± 551,40	1353,72 ± 582,52	1470,64 ± 81,25	1211,21 ± 510,41
Malonato de dietila	104,26 ± 91,84	28,73 ± 55,34	51,68 ± 48,02	9,20 ± 12,28
Phenetil-lactato	169,65 ± 53,00	117,45 ± 58,50	128,46 ± 59,08	157,38 ± 121,71
Hexadecanoato de etila	320,11 ± 171,63	560,50 ± 698,90	429,76 ± 66,45	234,03 ± 86,54
Monosuccinato de etila	0,20 ± 0,03	0,19 ± 0,06	0,20 ± 0,04	0,21 ± 0,05
Vainilato de etila	826,57 ± 637,30	194,35 ± 222,51	146,62 ± 30,36	1930,62 ± 1161,53
4-OH-etil-ácido-benzoacético	388,54 ± 589,63	35,48 ± 48,25	35,61 ± 44,54	107,44 ± 109,22

Furanos				
Furfural	113,96 ± 69,40	106,94 ± 50,84	143,63 ± 25,67	78,54 ± 54,95
Furfuril-formato	1,39 ± 1,99	3,37 ± 1,45	4,87 ± 2,11	5,21 ± 2,93
2-acetil-furano	4,19 ± 2,42	2,46 ± 1,80	3,13 ± 1,10	1,97 ± 1,43
5-metil-2-furfural	12,75 ± 5,06	8,63 ± 6,89	24,21 ± 26,90	11,12 ± 10,73
Ácidos				
Ácido isobutírico	148,51 ± 47,67	115,32 ± 25,58	110,40 ± 11,40	147,45 ± 24,72
ácido butírico	99,55 ± 149,17	5,39 ± 12,06	14,39 ± 17,19	7,69 ± 17,19
Ácido isovalérico	253,63 ± 92,70	195,86 ± 109,72	145,35 ± 80,44	115,62 ± 43,91
Ácido valérico	7,05 ± 12,99	20,39 ± 16,18	11,40 ± 3,08	10,10 ± 4,77
Ácido hexanóico	1183,23 ± 590,98	912,93 ± 241,55	638,85 ± 327,19	1018,09 ± 426,89
Ácido octanoico	3081,25 ± 945,86	3156,76 ± 724,28	2906,69 ± 820,94	4026,34 ± 1044,01
Ácido decanóico	1451,57 ± 671,57	1844,47 ± 226,47	1392,17 ± 257,67	2341,87 ± 281,09
Ácido fenilacético	1,43 ± 0,81	0,97 ± 0,40	1,95 ± 0,98	1,83 ± 0,36
Aldeídos e cetonas				
4-metil-benzaldeído	7,32 ± 5,66	12,56 ± 5,83	16,10 ± 6,94	91,92 ± 167,19
Hexanal	36,98 ± 17,76	54,81 ± 29,87	50,21 ± 17,22	44,89 ± 27,49
5-metil-5-hepten-2-ona	20,98 ± 30,20	2,66 ± 0,80	126,62 ± 139,41	5,23 ± 1,16
Benzaldeído	59,34 ± 29,35	32,22 ± 12,54	46,62 ± 23,86	52,10 ± 41,64
Acetophenona	89,79 ± 17,77	88,69 ± 11,76	88,24 ± 8,48	91,09 ± 13,01
Damascenona	42,76 ± 14,76	52,74 ± 16,06	61,26 ± 9,64	69,91 ± 13,90
β-ionona	3,01 ± 1,40	1,66 ± 1,75	2,42 ± 0,73	3,91 ± 1,43
Vainillina	632,44 ± 389,06	298,20 ± 432,34	213,13 ± 21,53	240,06 ± 98,11
Acetovainillona	33,89 ± 23,91	10,92 ± 17,25	3,83 ± 5,26	8,25 ± 4,27
2-propioivainillona	3,50 ± 2,98	1,45 ± 2,61	0,88 ± 0,61	0,53 ± 0,32
propioivainillona	195,79 ± 123,59	64,23 ± 126,13	32,25 ± 14,35	461,12 ± 381,21
Siringaldeído	1195,39 ± 1133,48	539,30 ± 1128,91	113,83 ± 83,22	53,56 ± 19,59
acetosiringona	43,72 ± 35,10	21,88 ± 37,67	5,68 ± 3,89	1,07 ± 2,39
2,4-dihidroxi-benzaldeído	92,56 ± 152,07	5,20 ± 3,94	320,35 ± 296,34	31,99 ± 27,18
Acetatos				
Acetato de isobutilo	3,31 ± 1,30	2,65 ± 0,91	2,86 ± 0,71	4,28 ± 1,48
Acetato de isoamilo	505,90 ± 215,83	402,57 ± 101,33	431,84 ± 157,89	410,61 ± 41,10

Acetato de 1,3- propanodiol	6,94 ± 3,60	5,17 ± 1,80	9,50 ± 4,73	7,86 ± 2,65
Acetato de 2-feniletila	51,16 ± 66,42	45,25 ± 25,37	33,52 ± 4,65	68,42 ± 44,09
Terpenos				
Linalol	23,62 ± 7,09	21,68 ± 5,21	25,83 ± 5,18	31,07 ± 17,20
Citronelol	80,39 ± 29,26	65,90 ± 17,32	57,95 ± 7,01	70,46 ± 13,21
Mentol	33,62 ± 28,39	21,80 ± 15,24	25,83 ± 5,18	31,07 ± 17,20
geraniol	39,04 ± 49,24	16,29 ± 4,67	25,61 ± 14,50	22,83 ± 9,52
α-cadinol	54,38 ± 42,24	0,53 ± 1,18	123,86 ± 90,07	3,91 ± 6,69
isopulegol	55,84 ± 65,81	15,88 ± 7,05	91,14 ± 67,43	21,00 ± 12,48
Fenólicos voláteis				
Guaiacol	110,44 ± 73,52	43,39 ± 18,33	36,16 ± 16,07	435,19 ± 293,15
4-metil-2,6-ditercbutil-fenol	0,41 ± 0,12	0,99 ± 0,37	0,52 ± 0,26	0,60 ± 0,18
4-metil-guaiacol	20,42 ± 11,66	14,49 ± 17,42	18,54 ± 9,81	34,29 ± 22,50
Fenol	21,51 ± 14,75	8,51 ± 4,04	17,37 ± 22,64	30,44 ± 28,31
4-etil-guaiacol	78,06 ± 40,16	51,69 ± 56,40	45,63 ± 26,76	94,57 ± 89,33
Cresol-1	140,72 ± 166,53	25,18 ± 18,20	61,40 ± 21,11	917,90 ± 690,83
Cresol-2	19,65 ± 7,95	15,73 ± 18,04	12,58 ± 6,96	17,90 ± 6,97
4-propil-guaiacol	882,46 ± 848,80	526,17 ± 560,60	488,08 ± 202,47	968,57 ± 703,67
Eugenol	98,67 ± 65,55	92,86 ± 40,20	90,20 ± 30,58	110,82 ± 22,12
4-etil-fenol	70,04 ± 56,79	38,43 ± 32,31	36,52 ± 11,40	121,32 ± 141,02
4-vinil-guaiacol	147,52 ± 65,02	117,37 ± 23,06	549,26 ± 583,31	122,97 ± 68,25
Siringol	30,16 ± 16,73	28,28 ± 17,98	9,34 ± 2,63	16,47 ± 3,92
4-etoximetil-fenol	211,31 ± 344,64	4,93 ± 6,01	14,67 ± 18,22	828,60 ± 513,96
Metoxieugenol	1,11 ± 0,55	1,44 ± 2,02	0,72 ± 0,56	0,18 ± 0,39
Tirosol	5,27 ± 3,54	2,13 ± 2,61	0,88 ± 1,05	0,00 ± 0,00
Lactonas				
Gama lactona	28,43 ± 18,44	18,63 ± 9,66	22,95 ± 7,75	30,92 ± 17,22
Gama decalactona	9,35 ± 9,40	6,97 ± 9,83	3,36 ± 0,81	16,31 ± 8,26
Coumarinas				
3,4-dihidro2H-1-benzopirano	18,02 ± 29,52	1,25 ± 1,23	1,64 ± 1,44	93,45 ± 56,04
2H-1-benzopiran-2-ona	969,59 ± 1690,49	37,39 ± 64,26	131,77 ± 215,33	5652,50 ± 3534,59

Capítulo 17

Análise da estabilidade físico-química da polpa de pequi em conserva

Ada Lorrana Medeiros Antunes *¹; Roberta Torres Careli ²; Bruna Mara Aparecida de Carvalho²;
Milton Nobel Cano Chauca²; Adriana Gonçalves Freitas³; José Fábio Soares³

Resumo

O presente trabalho objetivou estudar as alterações físico-químicas do tempo de prateleira da polpa de pequi em conserva, visando à utilização do conservante sorbato de potássio e o tratamento térmico branqueamento. Foram elaborados dois processamentos em batelada, o primeiro com branqueamento, sem e com conservante químico sorbato de potássio (SCCB, CCCB) o segundo sem branqueamento, com e sem conservante químico (CCSB, SCSB). Para 7 litros de salmoura utilizouse 3 % (m/v) de sal, 1 % (m/v) de ácido cítrico, 0,05 % (m/v) de sorbato de potássio e 2 % (m/v) de açúcar. Realizou análises no tempo 0 e durante 180 dias. As análises foram realizadas em duplicata em duas repetições, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância 5% ($p < 0,05$). O tratamento SCCB obteve valor de umidade superior ao tratamento SCSB no tempo de 150 dias, os sólidos solúveis da salmoura migraram para polpa de pequi após o tempo 0, o pH se manteve abaixo de 4,5. De acordo com os resultados, com o intuito de manter a validade da polpa de pequi em conserva, a técnica de conservação adequado é o branqueamento da polpa de pequi, desconsiderando a utilização do conservante químico.

Palavras-chave: sorbato de potássio, branqueamento, vida de prateleira, conservação, *Caryocar brasiliense* Camb.

Introdução

Dentre as espécies nativas do Cerrado, destaca-se o pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.), que produz um fruto com várias denominações populares, como piqui, pequiá, amêndoa-de-espinho, grão-de-cavalo-pequi, amêndoa-do-brasil e pequi, sendo este o mais comumente utilizado (SILVA *et*

¹Engenheira de alimentos, Acadêmica do Curso de Pós-Graduação em Docência na Educação Profissional Tecnológica do IFNMG, Campus Montes Claros.

² Professores do Departamento do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros.

³Engenheiros de Alimentos- Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, Campus Montes Claros.

al., 2012). Sua importância como alimento para as populações que habitam as regiões onde são produzidos é notória, uma vez que, no período da safra, contribui no suprimento dos aportes energéticos e nutricionais necessários, principalmente para as famílias de baixa renda (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

O conhecimento das características químicas dos alimentos regionais, tradicionalmente consumidos pela população, é de suma importância, pois gera informações indispensáveis à orientação nutricional, permitindo a composição de uma dieta saudável e, conseqüentemente, a avaliação do estado nutricional de um indivíduo com base na ingestão alimentar (TACO, 2004).

Ao que se refere aos parâmetros físico-químicos, o pequi caracteriza-se por pH neutro e teores consideráveis de sólidos solúveis (10°Brix) (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Em adição, durante o amadurecimento do pequi ocorre aumento da relação entre os sólidos solúveis e da acidez, tornando-o mais palatável (RIGUEIRA; BORG, 2003). Vale ressaltar que os valores nutricionais e as características físico-químicas do pequi podem apresentar variabilidade, de acordo com: a região do Cerrado; a constituição genética, o ambiente e a forma de cultivo do pequizeiro; e o grau de maturação do fruto (CORDEIRO *et al.*, 2012).

Os processos de conservação de alimentos são baseados na eliminação total ou parcial dos agentes que alteram os produtos, sejam os de natureza biológica (microrganismos), sejam os de natureza química (enzimas). Consistem na aplicação de alguns princípios físicos ou químicos tais como: uso de altas e baixas temperaturas, eliminação de água, aplicação de aditivos conservantes, armazenamento em atmosfera controlada, uso de certas radiações e filtração. O uso de conservantes tem sido uma alternativa para inviabilizar a multiplicação bacteriana, seja agindo diretamente sobre elas ou potencializando o efeito de algum antibiótico. Os conservantes são substâncias que impedem ou retardam a alteração dos alimentos provocada por microrganismos ou enzimas e, portanto, são muito utilizados com o intuito de aumentar a vida de prateleira dos produtos (LOPES, 2007). Segundo Jay (2005), os sorbatos têm efeito fugistático devido à inibição do sistema enzimático das desidrogenases e, nos esporos bacterianos, na fase de germinação, impedindo a multiplicação das células vegetativas

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as condições físico-químicas durante a vida de prateleira da polpa de pequi em conserva, visando à utilização do conservante químico sorbato de potássio e o tratamento térmico branqueamento.

Material e métodos

Elaboração da polpa de pequi em conserva

Foram obtidos frutos maduros do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) nativo do município de São João da Lagoa-MG, na safra de janeiro a fevereiro de 2016. Inicialmente o pequi foi sanitizado com solução de hipoclorito de sódio na concentração de 50 ppm, durante 15 minutos. Com auxílio de facas de aço inoxidável, realizou-se o descascamento e despulpamento manual dos frutos. Posteriormente, essa matéria-prima foi transportada assepticamente em sacos de polietileno e recipiente isotérmico para o Laboratório de Tecnologia de Produtos Vegetais, do Instituto de Ciências Agrárias (UFMG).

No laboratório, foi produzida a polpa de pequi em conserva seguindo normas de Boas Práticas de Fabricação (BRASIL, 2002). Foram elaborados dois processos em batelada de formulação do produto em conserva, primeiro com branqueamento, sem e com conservante químico, sorbato de potássio (SCCB e CCCB, respectivamente). O segundo sem branqueamento, com e sem conservante químico, sorbato de potássio (CCSB e SCSB, respectivamente). O branqueamento foi realizado por imersão em água a 90 °C durante 3 minutos. Foram preparados 7 L de salmoura formulada com 3 % (m/v) de sal, 1 % (m/v) de ácido cítrico, 0,05 % (m/v) de sorbato de potássio e 2 % (m/v) de açúcar.

Para o acondicionamento das polpas de pequi, foram utilizados potes de vidros com capacidade de 225 mL, previamente esterilizados em autoclave a 121 °C durante 15 minutos. Pesou-se, em uma balança semi-analítica, aproximadamente 100 g da polpa de pequi e adicionou 125 mL de salmoura a 80 °C. Em cada pote, deixou-se um espaço de 5 mm sem preenchimento de produto para permitir a formação de vácuo. Com o auxílio de garfos de aço inoxidável, realizou-se a exaustão com a finalidade de retirar o ar existente nos potes, impedindo a corrosão da tampa após o fechamento dos mesmos, além de evitar a quebra dos vidros durante a pasteurização e remover o oxigênio para não ocorrer crescimento de microrganismos aeróbios no produto final. Em seguida, os potes foram fechados hermeticamente com tampas metálicas. Após o fechamento, os potes foram submetidos à pasteurização em um tanque inox contendo água a 95 °C por 15 minutos. Posteriormente, os potes foram resfriados em água corrente até 40 °C e identificados de acordo com cada tratamento. As polpas de pequi em conserva foram mantidas a temperatura ambiente, em local limpo, seco e com boa ventilação.

Análise físico-química

As conservas de polpa de pequi foram submetidas às análises físico-químicas, em duplicata e com três repetições, segundo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). A cada 30 dias, foram realizadas análises de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, umidade e cor. O pH foi determinado diretamente em 3 g de polpa de pequi homogeneizada em 30 mL de água destilada e as medições foram realizadas no pHmetro Hanna Meter, modelo pH 21, previamente calibrado. A acidez foi avaliada por titulação com NaOH 0,1 N e o resultado foi expresso em porcentagem de ácido cítrico. Os sólidos solúveis foram avaliados por leitura direta em refratômetro digital Abbe Digital modelo 2 Waj Briobriz –NF 172 e os valores expressos em °Brix. A umidade foi determinada de acordo com o método da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC), pela secagem de 2 g da polpa de pequi em conserva em estufa à 105 °C até peso constante.

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizou-se o programa SAS (*Statistical Analysis System*) versão 9.0 e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância 5% ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

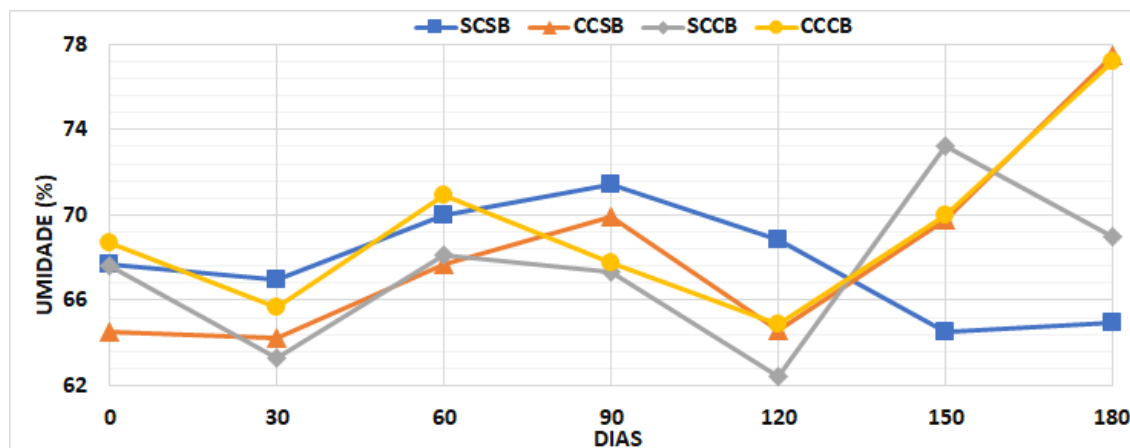
Conforme os resultados apresentados no Gráfico 1, o valor de umidade do tratamento SCCB é maior do que o SCSB no tempo de 150 dias, observa-se também que nesse tempo o tratamento CCCB e CCSB, possuem valores de umidade bem próximos. Logo as conservas que contém o conservante sorbato de potássio não obtiveram um desnível no resultado da análise de umidade no tempo de 150 dias.

No tempo de 120 dias o tratamento SCCB apresenta menor valor de umidade comparado entre os tratamentos. De acordo com Aguirre e Filho (2002), o branqueamento cozinha parcialmente os tecidos, o que pode produzir um sabor desagradável a certos vegetais, mas isso torna as membranas celulares mais permeáveis à desidratação, acelerando o processo de secagem.

Pode-se observar no Gráfico 2 que no tempo 0, todos os tratamentos possuem valores inferiores aos demais tratamentos nos tempos posteriores. Isso é devido a uma migração elevada dos sólidos solúveis da salmoura para a polpa de pequi. No tempo de 150 e 180 dias, o tratamento SCCB possui menor valor de °BRIX comparado com o tratamento CCSB. Conforme Alexandre *et al.* (2004), estas variações podem ter sido em função do conservante sorbato de potássio, pois em seu estudo sobre a conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos observaram que nas formulações que

continham menores teores de conservante, os teores de sacarose hidrolisada (e, portanto de açúcares redutores) eram maiores, sendo o contrário também verdadeiro.

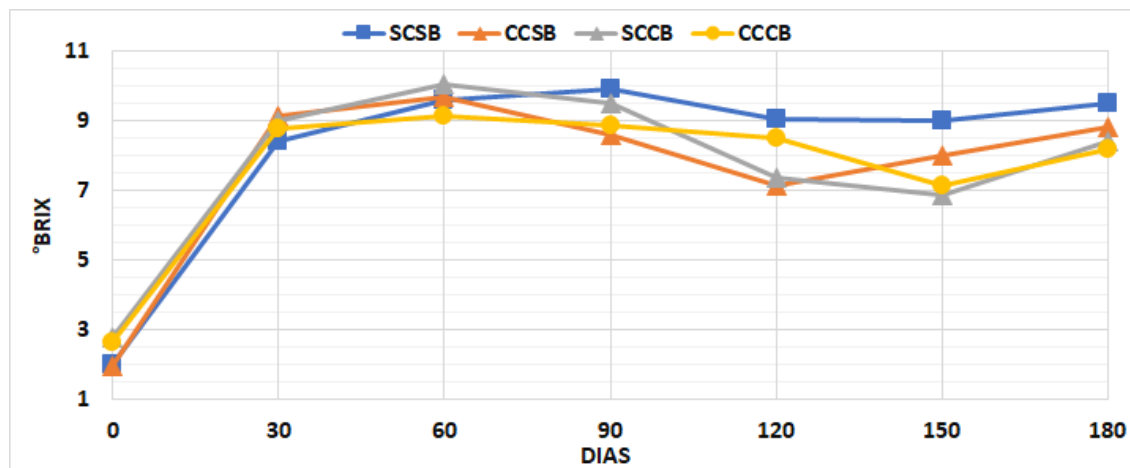
Gráfico 1 - Umidade percentual da polpa de pequi em conserva



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: SCSB (Sem conservante e sem branqueamento), CCSB (Com conservante e sem branqueamento), SCCB (Sem conservante e com branqueamento), CCCB (Com conservante e com branqueamento).

Gráfico 2 - Teores médios de sólidos solúveis em °Brix da polpa de pequi em conserva



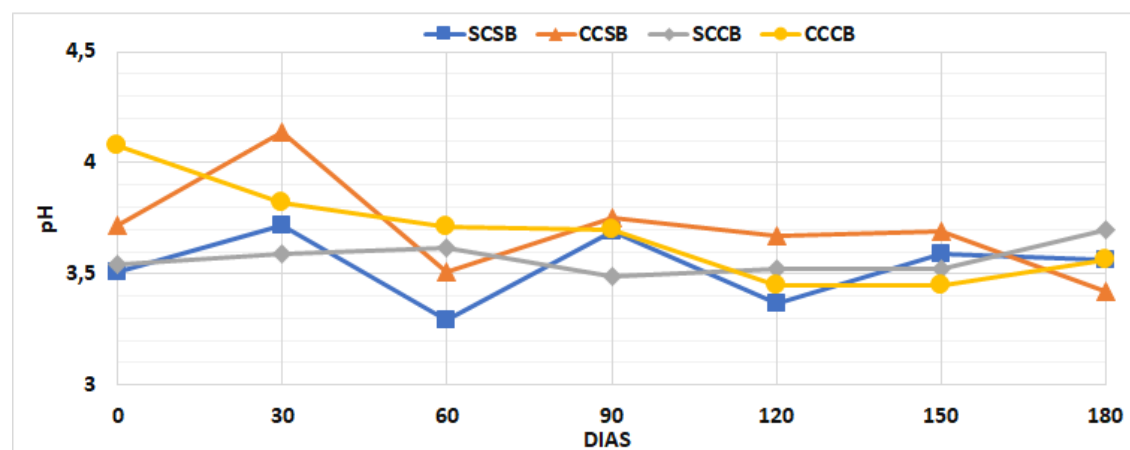
Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: SCSB (Sem conservante e sem branqueamento), CCSB (Com conservante e sem branqueamento), SCCB (Sem conservante e com branqueamento), CCCB (Com conservante e com branqueamento).

A partir dos resultados de pH das polpas de pequi em conserva (Gráfico 3) foi verificado que após o equilíbrio, o pH se manteve entre valores considerados seguros. Segundo a legislação (BRASIL, 2002) para as frutas e/ou hortaliças em conserva acidificadas artificialmente, o líquido de cobertura deve conter quantidade de ácido necessária para garantir que o pH de equilíbrio no produto final alcance valor igual ou menor que 4,5. No tempo de 30 dias o tratamento CCSB obteve o maior

valor de pH. Menezes *et al.* (2009) observaram que a adição de sorbato de potássio aumentou o pH de doces em massa de goiaba, tornando o produto menos ácido. Esses autores atribuíram esse fato à relação entre o pH e a dissociação das moléculas de ácido sórbico que ocorre de forma proporcional.

Gráfico 3 - Valores médios do pH da polpa de pequi em conserva



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: SCSB (Sem conservante e sem branqueamento), CCSB (Com conservante e sem branqueamento), SCCB (Sem conservante e com branqueamento), CCCB (Com conservante e com branqueamento).

Conclusão

Quando submetido à análise de umidade o tratamento térmico branqueamento acelera o procedimento de desidratação da polpa de pequi em conserva na estufa. Os valores de pH foram satisfatórios para este produto. A estabilidade dos sólidos solúveis da polpa de pequi em conserva ocorreu após o período de 30 dias, e a adição do conservante sorbato de potássio neste produto diminuiu a quantidade de sólidos solúveis e aumentou o pH. Portanto, o método de tratamento adequado para manter a validade das propriedades físico-químicas da polpa de pequi em conserva, durante o tempo de 180 dias é a aplicação do processo de branqueamento na polpa de pequi, sem a necessidade de utilizar o conservante químico sorbato de potássio.

Referências

- AGUIRRE, J. M.; FILHO, J. G. **Desidratação de frutas e hortaliças: manual técnico**. Campinas, SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 80p. 2002.
- ALEXANDRE, D.; CUNHA, R.L.; HUBINGER, M.D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.1, p.114-119, 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 352, de 23 de dezembro de 2002. Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Frutas e ou Hortaliças em Conserva. **Diário Oficial da União. Brasília**, DF. Disponível em: <http://www.ivegetal.com.br/cvegetal/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20Correlata/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20RDC%20n%C2%BA%20352%20de%2023%20de%20dezembro%20de%202002.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- CORDEIRO, M. W. S.; CAVALIERI, A. L. F.; FERRI, P. H.; NAVES, M. M. V. Características Físicas, Composição Químico-nutricional e dos Óleos Essenciais da Polpa de *Caryocar brasiliense* Nativo do Estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1127-1139, 2013.
- IAL-Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. Brasília: IAL, 2005. 1018p.
- JAY, J. M. **Microbiologia dos Alimentos**. 6ª ed. Porto Alegre, Artmed. 2005.
- LOPES, R. L. T. **Conservação de alimentos**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais CETEC. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, p 26, out. 2007. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- MENEZES, C. C.; BORGES, S. V.; CIRILLO, M. A.; FERRUA, F.Q.; OLIVEIRA, L. F.; MESQUITA, K. S. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 29(3): 618-25. 2009.
- OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N. B.; MAIA, A. H. N.; ALVES, R. E.; MATOS, N. M. S.; SAMPAIO, F.G.M.; LOPES, M.M.T. Características químicas e físico-químicas de pequis da chapada do Araripe, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.32, n.1, p.114-125, 2010.
- RIGUEIRA, J. A.; BORGIO, A. L. **Pequi: cultivo, caracterização físico-química e processamento**. 2003. Monografia (Especialização em Qualidade em Alimentos) – Universidade de Brasília, DF, 2003.
- SILVA, F. H. de L.; FERNANDES, J. S. C.; ESTEVES, E. A.; TITON, M.; SANTANA, R. C. Populações, matrizes e idade da planta na expressão de variáveis físicas em frutos do pequi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 806-813, 2012.
- TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Campinas: NEPA-UNICAMP, 44p. 2004.

Capítulo 18

Análise físico-química de papinha de abóbora tratada com UV-C

Kássia Héllen Vieira *¹; Regiane de Melo¹; Keyla Carvalho Pereira²; Fabiana Regina Lima¹;
Lucielle Vieira Soares³, Poliana Mendes de Souza⁴

Resumo

A papinha é um alimento destinado à alimentação infantil, e deve possuir características atrativas do ponto de vista nutricional e sensorial. Uma alternativa ao tratamento de pasteurização a fim de garantir a manutenção de tais características é o emprego de tecnologias emergentes, como o UV-C. Neste trabalho avaliou-se as alterações físico-químicas de papinhas formuladas com abóbora moranga para os tratamentos com pasteurização e tecnologia UV-C. Foram realizadas análises de Aw, pH, sólidos solúveis e acidez. Os resultados mostram que houve diferença significativa entre os tratamentos realizados nas papinhas de abóbora apenas para os sólidos solúveis. A aplicação do UV-C foi eficiente na manutenção das características físico-químicas da papinha de abóbora e de acordo com estes resultados, pode ser uma alternativa a processamentos térmicos, como a pasteurização. No entanto, são necessários maiores estudos, visto que a literatura sobre a utilização desta tecnologia neste tipo de produto ainda é escassa.

Palavras-chave: Caracterização físico-química. *Curcubita máxima*. Tecnologia não térmica.

Introdução

A alimentação é fator primordial na vida de qualquer ser humano, haja vista que sem alimentos não existiríamos. Viana *et al.* (2017) reportam que comer é função humana dependente de um complexo de atividades de cunhos econômico, político, social, cultural, existencial e fisiológico.

A partir dos seis meses de idade é necessário a introdução de uma alimentação complementar ao lactente de forma lenta e gradual sob a forma de papinha, pois somente a oferta de leite materno não é mais suficiente para suprir todas as suas necessidades nutricionais (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA, 2018).

¹Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM

²Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Técnica de Laboratório, Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM

³Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Nutricionista, Instituto Federal do Norte de Minas - IFNMG

⁴Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM

Por ser um alimento de baixo custo, fácil preparo, ter boa aceitação pelas crianças e ainda possuir uma excelente composição nutricional, a abóbora é um dos legumes comumente utilizado para o preparo de papinhas caseiras. Em relação ao seu teor nutricional, a abóbora se destaca por ser rica em provitamina A, vitamina C e vitaminas do complexo B, com destaque para a tiamina (B1), riboflavina (B2), ácido pantotênico (B5), além de fibras alimentares e minerais como fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, ferro e cloro (CEZARO; PINHEIRO; BENETTI, 2016).

Diante dos efeitos gerados pelo calor no alimento uma alternativa viável para manutenção das suas características sensoriais e nutricionais é o processamento não térmico utilizando radiação ultravioleta de onda curta (UV-C) cujo comprimento de onda para intervalos de processamento UV está entre 100 e 400 nm (GAYÁN *et al.*, 2014). Estes autores citam como vantagens do tratamento com UV-C o fato de não gerar subprodutos que podem alterar sabor, odor e cor dos alimentos (mantendo as características do produto mais natural e fresco); não gera resíduos químicos; é um processo frio, a seco, simples, efetivo, e de baixo custo e não gera compostos tóxicos. Uma desvantagem desse método é o fato da radiação não ser tão penetrante, dependendo do material em que é utilizado, sendo mais eficiente em materiais transparentes e além disso, os microrganismos podem estar protegidos por sólidos, pós ou partículas (MONTEIRO *et al.*, 2017).

Esta tecnologia já é empregada na descontaminação de superfícies transparentes, como embalagens, e no tratamento de água, todavia existe pouca literatura sobre a aplicação deste processo não termal em produtos opacos, como a papinha. E ainda menos estudos podem ser encontrados sobre os efeitos do UV-C na qualidade do produto final.

O presente trabalho visa estudar os efeitos do tratamento UV-C nas características físico-químicas de papinha formulada com abóbora e avaliá-lo como alternativa ao tratamento térmico: a pasteurização.

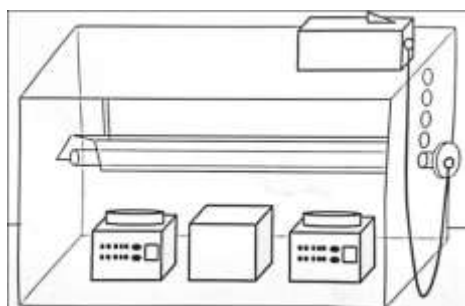
Material e métodos

As abóboras moranga (*Cucurbita máxima*), no ponto ideal de maturidade, foram adquiridas da agricultura familiar no comércio local da cidade de Diamantina, Minas Gerais.

Para a formulação da papinha foram utilizadas partes iguais de abóbora crua, previamente higienizadas, e água filtrada (1:1). Estes materiais foram homogeneizados em processador doméstico (Marca Britânia, Modelo Diamante Black Filter) pelo tempo aproximado de 4 minutos até a obtenção de consistência pastosa e em seguida armazenadas em béqueres de plástico previamente higienizados em solução clorada 2% p/p. Após a obtenção da papinha esta foi submetida a tratamento com emprego da luz UV-C e a pasteurização clássica

Os tratamentos UV-C foram conduzidos em uma caixa preta fechada equipada com uma lâmpada UV-C de mercúrio de baixa pressão de 9 W de potência, emitindo um comprimento de onda de 254 nm. Uma quantidade de 30 mL de amostra foi colocada em placa de Petri devidamente esterilizada, posicionada a 10 cm de distância da lâmpada. Utilizou-se o agitador magnético, mantendo a agitação a 420 rpm durante todo o tratamento para garantir o alcance da radiação UV-C em toda a extensão da amostra. As doses correspondentes de radiação foram 0 (controle); 2,07; 3,14; 6,21; 8,28; 10,35; 12,42; 14,49 J.cm⁻² nos tempos de exposição de 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 minutos. A Figura 1 ilustra de forma esquemática o reator UV-C no qual realizou-se os experimentos.

Figura 1 - Esquemática reator UV-C.



Fonte: Dos Autores, 2018.

A pasteurização seguiu a metodologia descrita por Noktehsanj-Avval *et al.* (2016) com adaptação. A papinha foi colocada em recipiente de aço inoxidável e submetida ao processo de aquecimento. Quando a temperatura atingiu 65° C no centro, a pasteurização foi executada por 30 minutos e rapidamente resfriada em água refrigerada até a temperatura atingir 5° C. Terminado este processamento, as amostras foram mantidas em refrigeração (4° C) até o momento da utilização.

Os parâmetros físico-químicos analisados da papinha foram a atividade de água, pH, sólidos solúveis e acidez. Os dados obtidos foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e comparação de médias por teste de Scott-Knott, com nível de confiança de 95%.

Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos para as características físico-químicas das papinhas de abóbora moranga nos tratamentos controle, pasteurizado e com radiação ultravioleta.

Tabela 1 - Características físico-químicas de papinhas elaboradas com abóbora moranga, controle, pasteurização e UV-C.

	Tratamentos	Aw	pH	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez (%)
	Controle	0,995 ± 0,002 ^a	6,89 ± 0,21 ^a	3,40 ± 0,10 ^c	2,46 ± 0,29 ^a
	Pasteurização	0,998 ± 0,003 ^a	6,66 ± 0,02 ^a	1,53 ± 0,42 ^a	2,33 ± 1,04 ^a
UV-C (J.cm ⁻²)	2,07	0,997 ± 0,001 ^a	6,95 ± 0,07 ^a	1,93 ± 0,21 ^a	2,36 ± 0,68 ^a
	4,14	0,999 ± 0,002 ^a	6,96 ± 0,03 ^a	1,63 ± 0,12 ^a	2,16 ± 0,81 ^a
	6,21	1,001 ± 0,004 ^a	6,85 ± 0,01 ^a	2,33 ± 0,23 ^b	2,80 ± 0,40 ^a
	8,28	1,002 ± 0,005 ^a	6,94 ± 0,04 ^a	2,20 ± 0,36 ^b	2,90 ± 0,10 ^a
	10,35	0,998 ± 0,002 ^a	7,00 ± 0,10 ^a	2,27 ± 0,23 ^b	2,60 ± 0,56 ^a
	14,49	1,001 ± 0,002 ^a	6,91 ± 0,03 ^a	4,10 ± 0,40 ^d	2,50 ± 0,10 ^a

Fonte: Dos autores, 2018.

Legenda: Aw: Atividade de água; pH; Potencial hidrogeniônico; UV-C: Radiação ultravioleta de onda curta.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparação entre tratamentos) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

A atividade de água é uma das propriedades mais importantes para o processamento, conservação e armazenamento dos alimentos, podendo participar de transformações químicas, bioquímicas e microbiológicas (JORGE, 2014). Os valores obtidos para a Aw nas papinhas de abóbora variaram de 0,9 a 1,0 (Tabela 1) e mostram que os tratamentos de pasteurização e radiação ultravioleta de onda curta (UV-C) aplicados não interferiram na atividade de água do ponto de vista estatístico em relação ao tratamento controle. É importante destacar que a alta Aw pode favorecer o crescimento de microrganismos patogênicos, o que torna necessário um cuidado maior com a temperatura de conservação e/ou armazenamento desse alimento para que ele possa ter uma vida de prateleira prolongada.

A Tabela 1 mostra que a análise de potencial hidrogeniônico (pH) também não apresentou diferença estatística para os tratamentos com pasteurização e UV-C em relação ao tratamento controle. O menor pH (6,66) e o maior pH (7,00) foram para os tratamentos de pasteurização e UV-C 10,35 J.cm⁻², respectivamente. Russo *et al.* (2012) em seu estudo com abóboras minimamente processadas armazenadas em atmosfera modificada encontraram valores de pH semelhantes aos obtidos no presente estudo. Relatam ainda que a não alteração do valor do pH da abóbora indica que não houve nenhum tipo de fermentação indicativo de contaminação microbiológica.

Para a análise de acidez (Tabela 1) também não houve diferença estatística em relação aos

tratamentos de pasteurização e UV-C em relação ao controle. O valor de acidez obtido no controle foi 2,46 (%), na pasteurização 2,33 (%) e no UV-C variou de 2,16 a 2,93 (%) de acordo com a dose de radiação aplicada. Provavelmente a acidez se refere ao ácido málico que é o ácido de maior proporção na abóbora (SHIGUEOKA *et al.*, 2015). O calor aplicado na pasteurização e as doses de radiação empregados não interferiram no conteúdo ácido da papinha, sendo a acidez relacionada a presença de ácidos orgânicos.

A análise de sólidos solúveis (Tabela 1) evidenciou que houve diferença estatística entre os tratamentos aplicados. Os sólidos solúveis nos tratamentos com pasteurização e UV-C tiveram uma redução em relação ao tratamento controle, exceto para a dose de radiação de 12,42 J.cm⁻² que apresentou um aumento no conteúdo dos sólidos, o que leva na diminuição dos açúcares ocasionando na perda do sabor doce (SASAKI *et al.*, 2006). Provavelmente, essa redução ocorrida é devido à temperatura, já que aumenta o fluxo permeado, reduzindo a retenção de açúcares (KLEIN, 2009). No entanto, essa redução de sólidos solúveis não inviabiliza a utilização da radiação UV-C em relação à pasteurização, visto que, segundo Gayán e colaboradores (2014), a aplicação do calor (pasteurização) possui maiores impactos neste parâmetro e a tecnologia UV-C teve um menor impacto, sendo que os valores foram mais próximos ao do controle, permitindo assim, que essa característica deste produto esteja mais próxima ao do produto natural e fresco.

Os níveis de sólidos solúveis constituem cerca de 85 a 90% dos açúcares encontrados na maioria dos frutos, sendo que o restante são representados por vitaminas, compostos fenólicos, ácidos orgânicos e pectinas (ALVES *et al.*, 2010).

Conclusão

A abóbora é uma fonte de nutrientes que pode ser consumida como alimento complementar desde os primeiros seis meses de vida por trazer diversos benefícios à saúde humana. As análises físico químicas realizadas em papinhas de abóbora moranga não evidenciaram alterações para os tratamentos controle, com pasteurização e com radiação ultravioleta de onda curta (UV-C), exceto para a análise de sólidos solúveis. Este fato não inviabiliza a utilização da tecnologia UV-C em substituição à pasteurização, pois os valores deste parâmetro para as amostras irradiadas foram mais próximos do valor da amostra controle, demonstrando que esta tecnologia promove alterações mínimas nas características do produto, fornecendo um alimento mais fresco e mais próximo do natural.

O tratamento com UV-C mostrou-se eficiente na manutenção das características físico-químicas do alimento sendo, portanto um método alternativo à pasteurização. No entanto, são

necessários uma maior gama de estudos complementares e posteriores, visto que a literatura sobre a utilização desta tecnologia neste tipo de produto e os seus efeitos nas características físico-químicas ainda é escassa.

Agradecimentos

À UFVJM pelo apoio, ao CNPq e à CAPES pelo suporte financeiro (código de financiamento 001).

Referências

- ALVES, J. A. *et al.* Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 625-634, 2010.
- CEZARO, J. C.; PINHEIRO, T. L. F.; BENETTI, F. Análise de preparações culinárias para a introdução à alimentação complementar. **Revista de Enfermagem**, v. 12, n. 12, p. 22-36, 2016.
- GAYÁN, E. *et al.* Resistance of *Staphylococcus aureus* to UV-C light and combined UV-heat treatments at mild temperatures. **International Journal of Food Microbiology**, v. 172, n.1, p. 30–39, 2014.
- JORGE, A. **Avaliação comparativa entre processos de secagem na produção de tomate em pó**. 2014. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014.
- MONTEIRO, M. L. G. *et al.* Impact of UV-C light on the fatty acid profile and oxidative stability of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) filets. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 4, p. 1028- 1037, 2017.
- KLEIN, B. **Redução de brix e acidez em sucos de frutas através de nanofiltração**. 2009. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- NOKTEHSANJ-AVVAL, M.; AZADMARD-DAMIRCHI, S.; AZIMI, F. Effect of UV radiation as an alternative to thermal pasteurization on some properties of tomato juice. **International Journal of Advanced Biotechnology and Research**, v.7, n. 3, p.206-212, 2016.
- RUSSO, V. C. *et al.* Qualidade de abóbora minimamente processada em atmosfera modificada ativa. **Semina: Ciências agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1071-1084, 2012.
- SASAKI, F. F. *et al.* Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas durante o armazenamento de abóbora minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 170-174, 2006.
- SHIGUEOKA, K. S. *et al.* Análise físico-química e composição centesimal da farinha da polpa da abóbora moranga (*Cucurbita maxima*). In: XXIV ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – EAIC. 2015, Maringá. Anais [...], Maringá: UEM, 23 a 25 de setembro de 2015.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA. **Manual de orientação para a alimentação do lactente, do pré-escolar, do escolar, do adolescente e na escola**. Departamento de Nutrologia, 4^a. ed. Rio de Janeiro: SBP, 2018.172 p.
- VIANA, M.R. *et al.* A racionalidade nutricional e sua influência na medicalização da comida no Brasil. **Ciências e saúde coletiva**, v. 22, n. 2, p. 447-456, 2017.

Capítulo 19

Caracterização físico-química de queijos maturados de ovelhas Pantaneiras suplementadas na dieta com lipídeos

Tamires Marques Paes da Cunha¹; Renata Alves Chagas ²; Tatiane Fernandes³; Fernando Miranda de Vargas Junior⁴; Bianca Silva Santos⁵, Ariadne Patrícia Leonardo⁶

Resumo

A produção de leite de ovinos é pequena comparada a outras espécies, porém, apresentam qualidades importantes que podem justificar o investimento, com destaque aos teores de gordura e proteína que podem proporcionar queijos de alto valor e características exclusivas. O grupamento racial das ovelhas e a alimentação ofertada influenciam na quantidade e proporção dos constituintes do leite e consequentemente no rendimento e qualidade dos seus derivados. Este estudo analisou a influência da suplementação lipídica acrescida a quatro dietas (Gordura protegida de soja, Gordura protegida de palma, Blend e Grão de soja desativada) comparadas a uma dieta controle sobre as características físico-químicas dos queijos. O leite foi coletado por ordenha mecânica durante 75 dias, armazenado e em seguida pasteurizado, adicionando-se sal e coalho posteriormente, em seguida dessorado e a massa proveniente enformada em formato cilíndrico. Os queijos produzidos ficaram em câmara de maturação por 14 dias a temperatura de $15 \pm 0,33$ °C e umidade de $69 \pm 8,79$ %. Foram analisadas a composição química, cor e atividade de água. Não houve diferença para os teores de umidade, proteína e gordura dos queijos. Os queijos produzidos com leite de ovelhas suplementadas com diferentes fontes lipídicas apresentam características físico-químicas semelhantes.

Palavras-chave: Derivados; Gordura; Processamento.

Introdução

O leite de ovinos representa uma pequena porcentagem de produção e consumo mundial de leite em relação a outras espécies. Apesar da produção de leite de ovelhas não visar à obtenção de

¹Graduanda, FAEN, Universidade Federal da Grande Dourados.

²Doutoranda, FCA, Universidade Federal da Grande Dourados.

³Pós-Doutoranda, FCA, Universidade Federal da Grande Dourados.

⁴Professor, FCA, Universidade Federal da Grande Dourados.

⁵Graduanda, FCA, Universidade Federal da Grande Dourados.

⁶Doutoranda, Universidade Federal Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

volume de leite fluido, o mesmo apresenta potencial industrial para produção de derivados. O leite de ovinos tem aptidão ao processamento industrial por ser rico em teor de gordura, proteína e sólidos totais quando comparado a outras espécies. Essas características permitem o desenvolvimento de queijos duros e macios com sabores e textura de alto valor para o mercado (RIBEIRO *et al.*, 2007).

De acordo com a portaria nº 146 do MAPA de março de 1996, o queijo é um produto que se obtém por separação parcial do soro do leite, leite reconstituído ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho. O queijo fresco é aquele que está pronto para o consumo logo após sua fabricação e o queijo maturado é o que passou por um tempo suficiente para ocorrer trocas bioquímicas e físicas que caracterizarão o quanto ao seu tipo. Mesmo que o processo básico de fabricação de queijos seja igual para a grande maioria, variações na origem do leite, nas técnicas de processamento e no tempo de maturação criam a imensa variedade de queijos (PERRY, 2004). Devido a esses fatores faz-se a necessidade do estudo individualizado de queijos com minuciosa análise de cada aspecto citado.

A raça de ovinos Pantaneiros, recentemente reconhecida, é uma raça localmente adaptada as condições Sul-Mato-Grossense, Brasil. A busca pelo conhecimento sobre o processamento de seus derivados é importante, já que, as pesquisas sobre tais ainda são escassas, não se conhecendo o potencial produtivo e a aptidão para produção destes animais.

Entre os aspectos que têm influência na composição do leite de ovelha estão presentes a raça, a alimentação, a estação do ano, o estágio de lactação e o estado sanitário (CARLONI *et al.*, 2010). Desta forma, este trabalho teve por objetivo estudar a influência da ingestão de diferentes fontes de lipídios na dieta de Ovelhas Pantaneiras nas características físico-químicas dos queijos oriundos do leite destes animais.

Material e métodos

Este estudo foi realizado no Setor de Ovinocultura pertencente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), com certificado de aprovação pelo Comitê de Ética Animal (Protocolo número 17/2016). Foram escolhidas 25 ovelhas em lactação, inicialmente com 65 ± 4 dias pós-parto e divididas em 5 grupos conforme o tratamento recebido em função da dieta: Controle, GPS - gordura protegida de soja (30 g/dia), GPP - gordura protegida de palma (30 g/dia), Blend - gordura protegida de soja e palma ($15g+15g = 30$ g/dia) e GSD - grão de soja desativado (124 g/dia). As ovelhas recebiam a dieta duas vezes ao dia composta por dois tipos de concentrado, um concentrado era o experimental, fornecido em quantidade fixa (200g/dia) onde foi incluso nele as diferentes fontes de suplementação lipídicas (25g extrato etéreo/dia) conforme o tratamento, e o outro era um concentrado

comercial, onde a quantidade fornecida variava conforme a produção de leite de cada ovelha na relação 1:1 (ex: 1kg de leite/1 kg de concentrado) e como volumoso o feno de aveia (*avena sativa*) ofertado *ad libitum*. As ovelhas foram mantidas confinadas em baias individuais por 75 dias, sendo ordenhadas 2 vezes ao dia seguindo critérios de higiene recomendados pela instrução normativa nº 51 do MAPA.

O leite coletado foi armazenado em galões estéreis de 5 litros e congelado. Para fabricação do queijo foi descongelado sob refrigeração e em seguida o leite foi peneirado, pasteurizado (65°C por 30 min) e resfriado (38°C). Logo após o resfriamento foi adicionado coalho (1 mL/L) e NaCl (10 g/L) e após a coagulação completa foi feita a separação do soro e da massa, colocando a mesma em formas com capacidade de 160 mL. Os queijos foram mantidos em câmara com temperatura de 15±0,3 °C e 69±8,8% de umidade, pelo período de 14 dias, para maturação.

Para caracterização dos queijos foram feitas as seguintes análises: umidade e proteína (AOAC, 1990), atividade de água (*A_w*) determinada a uma temperatura de 25±0,1 °C, utilizando equipamento (AquaLab), determinação da gordura (butirômetro Van Gulik, próprio para queijo com graduação de 40%, seguindo metodologia de Silva *et al.* (1997), utilizando equação de Santos *et al.* (2011), pH (medido em três pontos diferentes no centro do queijo, logo após a retirada da sala de maturação, utilizando um potenciômetro digital (TESTO-205) e a cor por colorímetro (CR-400; Konica Minolta).

Os dados coletados foram analisados estatisticamente utilizando o programa estatístico MINITAB® e por análise de variância estudados os efeitos dos tratamentos nas variáveis: composição química dos queijos, colorimétrica, pH e atividade de água. Foi utilizado teste de Fisher, a diferença estatística foi considerada ao nível de significância de 5%.

Resultados e discussão

As variáveis umidade, extrato seco total, gordura, proteína, matéria mineral e pH foram estatisticamente semelhantes entre os tratamentos (Tabela 1).

Numericamente a umidade representou uma porcentagem menor nos queijos do leite de ovelhas que receberam suplementação lipídica e conseqüentemente possuem valores maiores de extrato seco. Foi observada tendência ($P=0,09$) para a gordura, onde maior quantidade esteve presente no tratamento GPS seguido do Controle e menor valor no GDS. A porcentagem de proteína manteve uma média 27% em todos os tratamentos.

Tabela 1-Características físico-químicas de queijos maturados em função da suplementação lipídica na dieta das ovelhas Pantaneiras.

Variáveis	Tratamentos					EPM	P-value
	Controle	GPS	GPP	Blend	GSD		
Umidade [%]	33,44	31,47	30,83	28,00	29,37	3,41	0,17
EST [%]	66,56	68,53	69,17	72,00	70,63	3,41	0,17
Gordura [%]	27,24	27,84	25,57	25,68	24,72	1,81	0,09
Proteína [%]	57,20	57,15	57,35	57,20	57,08	0,36	0,85
MM [%]	6,99	6,99	7,07	6,20	6,42	1,17	0,70
pH	5,09	4,80	5,11	5,27	4,85	0,36	0,29
Casca do queijo							
Aw	0,86 ^{ab}	0,86 ^{ab}	0,87 ^{ab}	0,88 ^a	0,85 ^b	0,01	0,06
L*	64,51	65,97	65,37	65,91	68,37	3,13	0,48
a*	-4,54 ^a	-5,18 ^{ab}	-4,52 ^a	-5,49 ^b	-4,88 ^{ab}	0,67	0,15
b*	18,94	18,81	22,25	22,03	21,90	3,30	0,28
C*	19,48	19,51	22,72	22,71	22,43	3,32	0,30
HUE	103,72 ^{ab}	105,49 ^a	101,66 ^b	104,07 ^{ab}	102,55 ^{ab}	1,47	0,01
Massa do centro do queijo							
Aw	0,93	0,91	0,92	0,92	0,91	0,01	0,55
L*	79,12	76,48	79,87	77,48	80,17	3,17	0,35
a*	-4,74	4,97	-5,12	-5,17	-5,39	0,48	0,38
b*	17,52	16,63	19,44	19,52	20,14	2,35	0,15
C*	18,16	17,37	20,10	20,20	20,86	2,33	0,15
HUE	105,19	106,92	104,79	104,95	105,18	1,81	0,37

Fonte: Autores, 2019.

a,b Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Fisher a 5% de probabilidade.

¹EST: Extrato seco total; ¹MM: Matéria mineral; ¹Aw: Atividade de água; ¹L*: Luminosidade; ¹a*: Representação visual (+)vermelho/(-)verde; ¹b*: Representação visual (+)amarelo/(-)azul; ¹C*: Índice de saturação; ¹HUE: Ângulo de tonalidade.

²GPS: Gordura protegida de soja; ²GPP: Gordura protegida de palma; ²Blend: Combinação da gordura protegida de soja e gordura protegida de palma; ²GSD: Grão de soja desativada.

O pH do tratamento GPS foi numericamente mais ácido e o valor mais alto foi do tratamento Blend. É interessante o controle do pH devido ao fato de que quando atinge valor muito baixo a textura da massa dos queijos tende a ser quebradiça, por outro lado, quando o pH se encontra muito alto a textura torna-se mais elástica. Neste estudo encontramos valores para pH que variaram entre 4,8 e 5,27 em um tempo de maturação de 14 dias. Dias *et al.* (2016) estudando também queijos frescos

encontrou pH entre 4,3 e 6,7, com variação de armazenamento de até 10 dias sem controle de temperatura, o que foi justificado pela temperatura e tempo de armazenamento.

O tratamento controle pode ter apresentado maior valor de gordura nos queijos devido à maior oferta de fibra detergente neutra na alimentação que pode ter afetado a composição do leite produzido, principalmente quanto ao teor de gordura (CHAGAS, 2019). Os ruminantes requerem adequada ingestão de fibras sendo que os leiteiros necessitam das mesmas para manter o conteúdo de gordura no leite. A degradação da fibra no rumem origina ácido acético, principal precursor da gordura do leite (NOCEK, 1997).

A atividade de água na casca dos queijos foi maior para os queijos do tratamento Blend quando comparados ao GSD. Quanto a cor, não houve diferença na luminosidade e tonalidade variando entre azul e amarelo. O tratamento Blend diferiu na tonalidade que varia do vermelho para o verde, ficando mais próximo ao verde do que os tratamentos Controle e GPP. O tratamento GPP demonstrou diferença no ângulo de tonalidade (combinação entre os parâmetros a^* e b^*) em relação ao tratamento GPS. No interior do queijo não ocorreu diferença na atividade de água e cor entre os tratamentos.

A cor funciona como o primeiro aspecto de qualidade avaliado pelos consumidores, sendo importante para a aceitação do produto, mesmo antes de o mesmo ser provado. Perry (2004) afirma que a cor dos queijos está intimamente ligada à gordura do leite. Isso se deve a capacidade dos ácidos graxos de solubilizar compostos como os carotenoides. Ainda segundo Figueiredo *et al.* (2015) a mudança de cor dos queijos também será influenciada tanto por variações sazonais quanto pelo período de maturação.

No estudo de Figueiredo (2018), com queijos Minas Artesanal maturados de 3 a 60 dias, ele observou diminuição da luminosidade da casca (L^*) de 88 para 66 e aumento da intensidade de vermelho-verde da casca (a^*) -2,4 para 2,5 e de amarelo-azul da casca (b^*) 15 para 24. Os resultados encontrados neste experimento são próximos a de Figueiredo (2018) para os valores encontrados nas cascas para luminosidade entre 64 a 68, para tonalidade amarelo-azul entre 18,81 e 22,25 e ficando distante do resultado para vermelho- verde que foi entre -5,49 e -4,52. Figueiredo (2018) coloca como aspectos principais que podem influenciar a cor, a umidade e consequentemente o tempo de maturação.

Pode-se observar na Tabela 1 a diminuição da umidade com o aumento da intensidade de (b^*) responsável pela tonalidade amarelo azul.

Conclusão

A suplementação lipídica na dieta de ovelhas Pantaneiras durante o período de lactação não influencia na composição do queijo produzido, enquanto que a cor e a atividade de água da casca do queijo é afetada.

Agradecimentos

Ao grupo de Ovinotecnia da Universidade Federal da Grande Dourados

Referências

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington (Virginia, USA): **Association of Official Analytical Chemists**.
- CARLONI, M.; FEDELI, D.; ROSCIONI, T.; GABBIANELLI, R.; FALCIONI, G. Seasonal variation of fat composition in sheep's milk from areas of central Italy. **Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism**, v. 3, n. 1, p.55–60, 2010.
- CHAGAS, R. A. D. **Fontes lipídicas na alimentação de ovelhas Pantaneiras sobre a produção e composição do leite**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia – Área de Concentração: Produção Animal, da Universidade Federal da Grande Dourados para obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Dourados, 2019.
- FIGUEIREDO, S. P.; BOARI, C.A.; COSTA SOBRINHO P. S. D; CHAVES, A. C. S. D.; SILVA, R. B. D.; SILVA, B.F.H. Características do leite cru e do queijo Minas artesanal do Serro em diferentes meses. **Archives of Veterinary Science**, v. 20, n. 1, p. 68–82, 2015.
- FIGUEIREDO L. V.D. **Maturação e características de qualidade do queijo minas artesanal do serro – MG**. Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Mestre. Diamantina, 2018.
- FOX, P. F.; LUCEY, J. A.; COGAN, T. M. Glycolysis and related reactions during cheese manufacture and ripening. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 29, n. 4, p. 237–253, 1990.
- PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p.293-300, 2004.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de queijos**. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996.
- NOCEK, J.E. Bovine acidosis: implications on lameness. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.5, p.1005-1028, 1997.
- RIBEIRO, L. C.; PÉREZ, J. R. O.; CARVALHO, P. H. A.; SILVA, F. F.; MUNIZ, J. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, G. M.; SOUZA, N. V. Produção, composição e rendimento em queijo do leite de ovelhas Santa Inês tratadas com ocitocina. **Revista Brasileira. Zootecnia**, v.36, n.2, p.438-444, 2007.
- SILVA, P.H.F.; PEREIRA, D.B.C; OLIVEIRA, L.L.; COSTA JÚNIOR, L.C.G. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. In: Juiz de Fora: Oficina de impressão gráfica e editora Ltda,1997. Capítulo 5, Queijo; p. 97-98.

DIAS, B. F.; FERREIRA, S. M.; CARVALHO, V. S.; SOARES, D. S. B. Qualidade microbiológica e físico-química de queijo minas frescal artesanal e industrial. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 3, p. 57-64, 2016.

Capítulo 20

Elaboração de formulações de geleias de palma (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) tradicional e *light* com adição ou não de maracujá

Valquíria Prates¹; Eduardo Bruno Macêdo Viana*²; Wilson Rodrigues Pinto Júnior³; Anderson Santos Souza³; Cassiara Camelo Eloi de Souza³; Márcia Elena Zanuto³

Resumo

A palma *Opuntia ficus-indica* L. Miller, adaptada às condições adversas do Semiárido, é rica em nutrientes e compostos bioativos, sendo de interesse sua utilização em formulações alimentícias para consumo humano. Foram desenvolvidas formulações de geleias de palma (adição ou não de maracujá) tradicional e *light*, visando obter uma geleia *light* com melhor aceitação sensorial e com qualidade nutricional e funcional. Os cladódios obtidos na zona rural de Vitória da Conquista-BA, foram higienizados, analisados quimicamente, determinada a concentração de antioxidantes e utilizados para a elaboração de formulações de geleias. Seguiu-se com análises microbiológicas e sensorial utilizando a escala hedônica de 9 pontos. A análise microbiológica mostrou que as geleias estavam de acordo com o estabelecido na legislação e a sensorial mostrou que a geleia *light* com adição de maracujá apresentou maior aceitação ($p < 0,05$), sendo selecionada para análises químicas e do teor de bioativos. A geleia *light* com adição de maracujá, apresentou baixo teor de lipídios (0,37%), altos níveis de sólidos solúveis (39,6%), açúcares redutores (14,32%), clorofila total (4,85 mg/100g) e carotenoides totais (0,31 mg/100g). A elaboração de geleias a partir da palma possibilitou obter um produto de qualidade nutritiva e funcional, agregando valor a esta cactácea subutilizado na alimentação humana.

Palavras-chave: Análise Sensorial. Cactácea. Compostos Bioativos.

¹Graduada em Nutrição, Universidade Federal da Bahia – Instituto Multidisciplinar em Saúde (UFBA/IMS).

²Discente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Departamento de Tecnologia Rural e Animal (DTRA), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

³Docentes do curso de Nutrição, Núcleo de Tecnologias, Exatas e Metodologias (NTEM), Universidade Federal da Bahia – Instituto Multidisciplinar em Saúde (UFBA/IMS).

*Autor para correspondência: ebmviana@gmail.com.

Introdução

A palma forrageira *Opuntia ficus indica* L. Miller, é uma cactácea que se adaptou muito bem às condições adversas do Semiárido, devido às suas características morfofisiológicas, sendo uma fonte de água e alternativa alimentar para as regiões subúmidas e semiáridas (CALVALCANTI, 2006).

Esta cactácea é considerada rica em vitaminas A, do complexo B e C e minerais como cálcio, magnésio, sódio, potássio, além de possuir 17 tipos de aminoácidos, sendo mais nutritiva que a couve, a beterraba e a banana, com a vantagem de ser um produto mais econômico (NUNES, 2011).

Além dos macro e micronutrientes presentes nesta cactácea, a mesma contém valores consideráveis de compostos bioativos tais como fenólicos, clorofila e carotenóides, quando comparado a outras hortaliças. Também apresenta em sua constituição flavonoides como kaempferol, isoramnetina e quercetina que se encontram na forma de agliconas, isto é, na forma de moléculas desprovidas de açúcares (VALENTE *et al.*, 2010; MEDINA-TORRES *et al.*, 2011; FARIAS, 2013). Os cladódios apresentam diversos benefícios contra doenças crônicas, e isso se deve ao seu teor de fibras, antioxidantes e bioativos. Particularmente, os cladódios foram indicados para regular tanto a massa corporal quanto a glicemia, para tratar distúrbios gastrointestinais e ter um efeito anti-hiperlipidêmico (MSADDAK *et al.*, 2017)

Assim, uma das formas para viabilizar o consumo humano da palma é agregar sabor e ampliar sua conservação por mais tempo, com a elaboração de geleias, utilizando o açúcar aliado ao aquecimento. Nos últimos anos, a busca por alimentos mais saudáveis e de baixo valor calórico tem sido estudada para pesquisa e desenvolvimento de novos produtos a base de frutas e derivados, que além de nutrir podem auxiliar na prevenção e controle de doenças como diabetes, obesidade, hipertensão ou mesmo preocupação com a estética corporal (GAVA, 2008).

A proposta da indústria de alimentos é desenvolver esses produtos sem comprometimento do sabor, sendo essa melhora possível devido a tecnologia aplicada e melhoria dos ingredientes, como por exemplo, o desenvolvimento de produtos *light* (GRANADA, 2005).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver formulações de geleias de palma *Opuntia ficus indica* (L.) Miller (com adição ou não de maracujá), comparando sensorialmente formulações *light* e tradicional, visando obter uma formulação *light* com maior aceitação e com qualidade nutricional e funcional.

Material e métodos

O presente trabalho foi realizado no Instituto Multidisciplinar em Saúde - Campus Anísio Teixeira da Universidade Federal da Bahia, IMS/CAT-UFBA, Vitória da Conquista –BA, com aprovação do *Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos* do IMS/CAT/UFBA (processo número 65050117.6.0000.5556 e parecer número 1.979.251).

Colheita e preparo da amostra

Cladódios jovens foram coletados manualmente, de forma aleatória e pela manhã, em área rural no município de Vitória da Conquista – BA. Os cladódios foram selecionados visualmente quanto à ausência de injúrias, acondicionados em bandejas de polietileno e transportados para o Laboratório de Bromatologia. Após esta etapa, foram retirados os espinhos e higienizados por lavagem em água potável e corrente, seguida de imersão em água com hipoclorito de sódio a 200 ppm durante 15 minutos.

Elaboração de formulações de geleias de palma

Foram elaboradas quatro formulações de geleias de palma: Geleia Tradicional (GT), Geleia *Light* (GL), Geleia Tradicional com adição de polpa de maracujá (GTM) e Geleia *Light* com adição de polpa de maracujá (GLM). As formulações GT e GTM apresentaram em sua composição 50% de cladódios de palma, 50% de sacarose e 0,2% de pectina comercial. As formulações GL e GLM continham 50% de polpa de palma, 1:2 sacarose/edulcorante comercial e 0,2% de pectina comercial.

Caracterização química dos cladódios in natura e das formulações de geleias

A caracterização química dos cladódios e das formulações de geleias foi realizada em três repetições. A determinação da acidez total titulável (g. ácido cítrico.100 g⁻¹) foi baseada na titulação de neutralização de ácidos com solução padronizada de álcali (solução de NaOH 0,1 N), sendo expressa em % ácido cítrico e o pH por meio de leitura direta em potenciômetro (HANNA). O teor de sólidos solúveis totais foi obtido por refratometria (°Brix) utilizando o refratômetro ABBE de bancada (IAL, 2008). A determinação de umidade foi realizada por aquecimento direto em estufa a 105 °C até peso constante; o teor de cinzas ou resíduo mineral fixo foi obtido por incineração em temperaturas de 550 °C em forno *mufla* até a obtenção de cinzas claras (IAL, 2008). E os açúcares

redutores foram determinados pelo método titulométrico de *Fehling* (IAL, 2008). Já a determinação de lipídios totais foi realizada por extração a frio de acordo com método de *Folch et al.* (1957).

Determinação do teor de compostos bioativos

A determinação de compostos antioxidantes foi realizada em cladódios *in natura* e nas formulações de geleias em três repetições. A determinação de carotenoides totais foi realizada pelo método de *Higby* (1962). O teor de flavonoides amarelos seguiu a metodologia de *Francis* (1982). O teor de antocianinas totais foi determinado segundo *Lees e Francis* (1972). A determinação de ácido ascórbico foi determinada segundo *Strohecker; Henning* (1967), por titulometria utilizando-se solução de DFI (2,6 dicloro-fenolindofenol 0,002%).

Análises microbiológicas das formulações de geleias

As análises microbiológicas das formulações de geleias de palma compreenderam a contagens de coliformes termotolerante e detecção de *Salmonella* spp, conforme os métodos recomendados pela *American Public Health Association* (APHA, 2001).

Análise sensorial

Participaram da análise sensorial das formulações de geleias 60 provadores, não treinados, maiores de 18 anos, de ambos os sexos, recrutados aleatoriamente no referido instituto e concordantes com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foi aplicada a escala hedônica de 9 pontos que varia de “gostei muitíssimo” a “desgostei muitíssimo” para os atributos aroma, viscosidade, cor, sabor ácido, sabor doce, avaliação global. Dentre as formulações de geleias *light*, a que foi mais aceita foi caracterizada quimicamente e avaliada quanto ao teor de bioativos.

Análise dos dados

Os resultados obtidos foram representados por média e desvio padrão, com auxílio do programa estatístico *Graphpad Instat 3.0*. Os dados da análise sensorial foram submetidos à análise de variância *one-way* (teste de *Tukey*), considerando $p < 0,05$, com auxílio do referido programa estatístico. E o teste *t* não pareado foi utilizado para comparação dos dados obtidos das análises químicas de cladódios *in natura* e geleia.

Resultados e discussão

Os resultados referentes à análise microbiológica mostraram que todas as formulações de geleias de palma estavam de acordo com o estabelecido pela RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, quanto ao número de coliformes termotolerantes e ausência de *Salmonella* spp.

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da análise sensorial das formulações de geleias de palma. Todos os atributos avaliados obtiveram notas entre cinco (não gostei nem desgostei) e sete (gostei moderadamente). Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações de geleias quanto aos atributos aroma, viscosidade, sabor ácido e sabor doce, porém, quanto ao atributo cor, não houve diferença significativa ($p > 0,05$).

A análise sensorial mostrou que as formulações de geleias tiveram aceitação satisfatória, porém, observa-se que as formulações adicionadas de maracujá, obtiveram notas mais elevadas em todos os atributos avaliados, com exceção do atributo cor que não apresentou diferença entre as formulações. Desta forma, a geleia *light* com adição de maracujá foi a mais aceita. Este resultado é satisfatório devido ao reduzido teor de açúcar presente nesta geleia comparada às demais formulações, podendo oferecer maior benefício à saúde do consumidor. Assim, comparações quanto à composição química e teor de antioxidantes foram feitas entre a formulação de geleia *light* com adição de maracujá e cladódios *in natura*, onde foi possível verificar possíveis ganhos ou perdas pelo processamento.

Tabela 1 – Análise sensorial das formulações de geleias de palma *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller (média \pm DP), Vitória da Conquista – BA, 2017.

Geleias	Aroma	Viscosidade	Cor	Sabor Ácido	Sabor	
					Doce	Avaliação global
GT	6,40 \pm 1,81 ^a	5,00 \pm 2,17 ^a	6,80 \pm 1,77 ^z	6,41 \pm 1,72 ^a	6,10 \pm 1,82 ^a	6,70 \pm 1,82 ^a
GL	6,20 \pm 2,11 ^b	7,00 \pm 1,85 ^b	6,81 \pm 1,76 ^z	6,60 \pm 2,10 ^b	6,81 \pm 1,86 ^b	6,81 \pm 1,86 ^b
GTM	7,60 \pm 1,32 ^c	6,40 \pm 2,01 ^c	7,16 \pm 1,80 ^z	7,30 \pm 1,74 ^c	7,36 \pm 1,47 ^c	7,36 \pm 1,47 ^c
GLM	7,40 \pm 1,56 ^d	7,43 \pm 1,39 ^d	6,66 \pm 1,95 ^z	6,98 \pm 1,73 ^d	7,30 \pm 1,39 ^d	7,30 \pm 1,39 ^d

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: GT: Geleia Tradicional; GL: Geleia *Light*; GTM: Geleia Tradicional com Maracujá; GLM: Geleia *Light* com Maracujá. Letras iguais nas colunas $p > 0,05$ / letras diferentes nas colunas $p < 0,05$.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados das análises químicas de cladódios *in natura* e da formulação de geleia de palma *light* com adição de maracujá. Todos os resultados obtidos apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre o cladódio *in natura* e a formulação de geleia *light* com adição de maracujá. O cladódio apresentou maior ($p < 0,05$) valor de pH e de umidade. E a formulação de geleia de palma *light* com adição de maracujá apresentou maior ($p < 0,05$) valor de acidez total titulável e de teores de açúcares redutores, cinzas, lipídios e ratio. O menor pH encontrado na geleia em relação aos cladódios, provavelmente se deve ao fato que a *Opuntia ficus indica* L. Miller ser considerada uma cactácea ácida (reduzido pH).

Tabela 2 – Caracterização química dos cladódios *in natura* de palma *Opuntia ficus-indica* L. Miller e formulação de geleia *light* com adição de maracujá, Vitória da Conquista, BA, 2017 (média±DP).

Análises	Cladódios <i>in natura</i>	Geleia <i>light</i> com adição de maracujá
pH	3,90±0,06 ^a	3,61±0,07 ^b
Acidez total titulável (g. ácido cítrico/100g)	0,23±0,32 ^a	1,23±0,015 ^b
Açúcares redutores (%)	4,50±0,31 ^a	14,32±0,29 ^b
Umidade (%)	93,31±0,48 ^a	60,49±0,31 ^b
Cinzas (%)	0,51±0,11 ^a	0,76±0,04 ^b
Lipídios (%)	0,40±0,01 ^a	0,37±0,09 ^b
SST (°Brix)	2,60±0,56 ^a	39,60±0,57 ^b
Ratio SST/ATT	0,54±0,11 ^a	4,33±0,05 ^b

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: Letras iguais na mesma linha $p > 0,05$ / letras diferentes na mesma linha $p < 0,05$.

Quanto ao menor teor de umidade da geleia, já era esperado devido ao tratamento térmico que foi submetida e o aumento da pressão osmótica pela adição de açúcar, proporcionando a redução do teor de umidade, fator que aliado aos ácidos naturais da matéria prima podem prolongar a vida útil da geleia (Maia *et al.*, 2014). Já a concentração de cinzas foi maior na geleia, provavelmente, houve concentração durante o processamento. Rodriguez-Garcia *et al.* (2007) e Ayadi *et al.* (2009) relataram que o aumento do teor de cinzas pode ser devido à quantidade de matéria inorgânica abundante na palma, como o potássio e o cálcio.

O teor de lipídios na geleia do presente trabalho foi inferior aos valores relatados por Santos *et al.* (2012) e Silva *et al.* (2012) na ordem de 0,53% em geleia de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) e 0,4 % em geleia *light* elaborada a partir da casca do maracujá. Essa diferença no teor de lipídios do produto final pode ser explicada pelo reduzido teor de lipídios presente na palma *Opuntia ficus indica* em relação à cagaita e a casca do maracujá. Este resultado agrega maior valor ao produto elaborado, já que o objetivo deste trabalho foi a elaboração de um produto com qualidade nutritiva e funcional, com reduzido teor calórico e ingredientes funcionais que possam trazer benefícios a saúde humana. Já a maior concentração de sólidos solúveis totais na geleia deve-se à adição de sacarose.

Na Tabela 3 estão presentes os dados referentes ao teor de bioativos dos cladódios *in natura* de palma *Opuntia ficus-indica* L. Miller e da formulação de geleia de palma *light* com adição de maracujá. Observou-se que os teores de bioativos nos cladódios e na geleia apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Os teores de clorofila e de carotenoides totais foram maiores ($p < 0,05$) na geleia. Já os teores de flavonoides amarelos, vitamina C e antocianinas totais foram maiores ($p < 0,05$) no cladódio (*in natura*) em relação à geleia.

Tabela 3 – Caracterização de bioativos dos cladódios de palma *Opuntia ficus-indica* L. Miller. e formulação de geleia *light* com adição de maracujá, Vitória da Conquista, BA, 2017 (média±DP).

	Cladódios <i>in natura</i>	Geleia <i>Light</i> com adição de maracujá
Clorofila total (mg/100g)	3,01±0,10 ^a	4,85±0,46 ^b
Flavonoides amarelos (mg/100g)	17,94±1,41 ^a	4,2±0,29 ^b
Antocianinas totais (mg/100g)	5,54±0,13 ^a	0,39±0,02 ^b
Carotenoides totais (mg/100g)	0,036±0,005 ^a	0,31±0,06 ^b
Vitamina C (mg/100g)	3,42±0,017 ^a	1,15±0,13 ^b

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: Letras iguais na mesma linha $p > 0,05$ / letras diferentes na mesma linha $p < 0,05$.

Em relação ao teor de compostos bioativos, observou-se que os carotenoides totais e sobretudo a clorofila apresentaram-se superiores na geleia em relação aos demais antioxidantes; diferentemente dos flavonoides amarelos, que diminuíram devido ao aumento da temperatura durante o processamento da geleia.

Os valores encontrados para antocianinas totais também mostram que houve redução de seu teor na formulação de geleia e vários são os fatores que podem ter influenciado na estabilidade deste bioativo, um exemplo é que as antocianinas são pigmentos solúveis em água. O processamento e

armazenamento de alimentos, alterações de pH, temperatura, luz, oxigênio e enzimas, podem causar a redução de seu teor (LOPES, Toni et al; 2007). Os valores de carotenoides aumentaram na formulação da geleia, segundo Gomes (2007) em seu estudo sobre carotenoides, a biodisponibilidade deste bioativo em alimentos que foram submetidos a uma temperatura de até 100° C por até uma hora é superior à dos alimentos crus, a configuração molecular do carotenoide é modificada pelo excesso de temperatura, gerando isômeros menos biodisponíveis. Quanto ao teor de vitamina C o cladódio *in natura* apresenta um teor maior do que na formulação de geleia, isso pode ser justificado pelo fato de que a vitamina C pode ser oxidada com facilidade por influência de metais, luz ou calor.

Estes componentes biologicamente ativos fornecem benefícios para a saúde, podendo reduzir o risco de doenças crônicas e degenerativas. Os antioxidantes contribuem à saúde humana pela nutrição e proteção através de dietas enriquecidas com a cactácea *Opuntia*. Em doenças crônicas, inflamações e estresse oxidativo esses bioativos irão desempenhar um papel de envolvimento importante. (Díaz, 2017).

Conclusão

As geleias elaboradas a partir da palma *Opuntia ficus-indica* L. Miller, com adição de maracujá, apresentaram boa aceitação, sendo que a formulação *light* com adição de maracujá conseguiu concentrar nutrientes e antioxidantes como a clorofila e carotenoides, contribuindo assim, com qualidade nutritiva e funcional, além de aporte dietético, valorizando e desmistificando essa cactácea como alimento humano.

Referências

- CAVALCANTI, V. A. L. B. *et al.* Controle das cochonilhas da palma forrageira, **Boletim IPA Responde**, n. 39, p.1-2, 2006.
- FARIAS, V. F. S. *et al.* **Avaliação do desenvolvimento, qualidade e capacidade antioxidante em brotos de palma (*Opuntia* sp.) para o consumo humano**. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB, 2013.
- GAVA, A. J; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**, São Paulo: Nobel, 2008, 364-373 p.
- GOMES, F. S. Carotenoides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer, **Rev. Nutr.**, v. 20, n. 5, p. 537-548, set./out., 2007.
- GRANADA, G. G. *et al.* Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de geleias light de abacaxi, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n.4, p. 629-635, 2005.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3 ed. São Paulo, v.1, 533 p, 2008.

LOPES, T. *et al.* Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 13, n. 3, 2007.

MAIA, J. D. *et al.* Estudo da aceitabilidade do pão de forma enriquecido com farinha de resíduo da polpa de coco, **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, n. 1, p. 1-9, 2015.

MEDINA-TORRES, L. *et al.* Study of the antioxidant properties of extracts obtained from nopal cactus (*Opuntia ficus-indica*) cladodes after convective drying. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, p. 1001-1005, 2011.

MSADDAK, L. *et al.* *Opuntia ficus-indica* cladodes as a functional ingredient: bioactive compounds profile and their effect on antioxidant quality of bread, **Lipids in health and disease**, v. 16, n. 1, p. 32, 2017.

NUNES, C. S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino, **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p. 58-66, 2011.

VALENTE, L. M.M. *et al.* Antiradical activity, nutritional potential and flavonoids of the cladodes of *Opuntia monacantha* (Cactaceae). **Food Chemistry**, v. 123, p. 1127-1131, 2010.

Capítulo 21

Análise sensorial do doce de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)

Poliane Batista Santos*¹; Daniela Silva Rodrigues²; Milton Nobel Cano Chauca³; Sandro Braga Soares⁴; Núbia Fernandes Bispo⁵, Candido Alves da Costa⁶

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver doce de grão-de-bico utilizando diferentes formulações e avaliar qualidade sensorial do doce. O trabalho experimental foi conduzido nos Laboratórios do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. Para a elaboração do doce de grão-de-bico, a leguminosa foi obtida da fazenda experimental do ICA-UFMG. Foram elaboradas seis formulações (F1, F2, F3, F4, F5 e F6). A análise sensorial foi realizada de acordo com o Instituto Adolf Lutz. A análise sensorial indicou que todas as formulações tiveram boa aceitação sensorial exceto a formulação F5 que apresentou menor aceitação sensorial 69,4%. Já na intenção de consumo todos os doces apresentaram nota 4, o que significa que consumiriam ocasionalmente. Pode ser concluído que todas as formulações de doce desenvolvidas apresentaram boa aceitabilidade sensorial pelos consumidores.

Palavras-chave: Aceitação. Consumo. Formulações. Produto.

Introdução

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é originário da região sudeste da Turquia, nas imediações com a Síria, de onde foi levado para a Índia e países da Europa. É a quinta leguminosa mais cultivadas, após a soja, o amendoim, os feijões e as ervilhas. Mais de 90% da produção mundial está concentrada na Ásia, especialmente na Índia. Foi introduzido no Brasil por imigrantes espanhóis e do Oriente Médio, sendo a sua produção ainda pouca e o seu consumo pequeno, restrito principalmente a

^{1,2,4,5} Graduandos, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Instituto de Ciências Agrárias – ICA, *Campus* Montes Claros.

^{3,6} Professor, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Instituto de Ciências Agrárias – ICA, *Campus* de Montes Claros.

*Poliane Batista Santos: polianebatista2011@hotmail.com

algumas comunidades (NASCIMENTO, 1998). No Brasil, a produção do grão-de-bico ainda é pouca, sendo necessário o país importar da Argentina e do México quase a totalidade para atender o mercado consumido (NASCIMENTO, 2016).

O grão-de-bico é um legume muito versátil, pode ser preparado e consumido de diversas maneiras, variando com a cultura de cada país. Na Índia, Paquistão e Bangladesh, o grão-de-bico é usado como farinha no preparo de diversos pratos. No Oriente Médio é consumido em forma de bolinho frito e em preparo de temperos de grão-de-bico. No norte da África é consumido em um cozido de carne e na Itália se preparam massa de macarrão. No Brasil, é restrito sendo mais comum no preparo de húmus (uma pasta árabe feita com grão-de-bico e óleo de gergelim) e em saladas. Seus grãos podem ser consumidos verdes, secos e fritos, torrados e cozidos. A farinha de grão-de-bico é encontrada no Brasil em lojas especializadas e pode ser usada em substituição ao trigo em dietas com restrição ao glúten ou como aditivo em receitas com trigo para aumentar o teor de fibras (NASCIMENTO, 2016).

O beneficiamento dessa leguminosa no Brasil ainda está muito aquém das possibilidades de uso, podendo ser consumidas de diversas formas. Faz parte da cultura de países como o México, Japão, Chile e Peru consumirem doce de leguminosas como sobremesa, tendo grande apelo devido a suas características sensoriais. Assim, o grão-de-bico por ser uma leguminosa muito versátil e rica nutricionalmente, apresenta um grande potencial para a produção de doces. Podendo ser em calda caramelizada ou como doce do grão cozido pastoso ou em barra, com diferentes combinações de formulações (açúcar mascavo, mel, rapadura, leite, leite de coco, dentre outros). Além de oferecer potencial para desenvolver produtos *diet*, para atender ainda mais o mercado consumidor. A produção de doce pode ser viável, uma vez que, o processo é simples, de baixo custo quando comparado com outros métodos de conservação. E quando realizado adequadamente resulta em um produto de boa qualidade, com grande aceitação pelos consumidores, podendo ser comercializado no mercado interno e até mesmo externo. Ainda ressalta-se que, publicações de pesquisa referente ao beneficiamento de grão-de-bico são escassas, o que apresenta uma grande potencialidade de pesquisa com resultados novos e inovadores.

Desta forma, este trabalho teve com o objetivo desenvolver doce de grão-de-bico e avaliar as características sensoriais e estabilidade do doce durante o armazenamento.

Material e métodos

Matéria-prima

O grão-de-bico *in natura* foi cultivado na Fazenda Experimental do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), *campus* Montes Claros - MG. Foi utilizado para a elaboração do doce de grão-de-bico tipo Kabuli, variedade Allepo. O trabalho foi desenvolvido no laboratório de Tecnologia de Produtos Vegetais do (ICA-UFMG).

Produção do doce

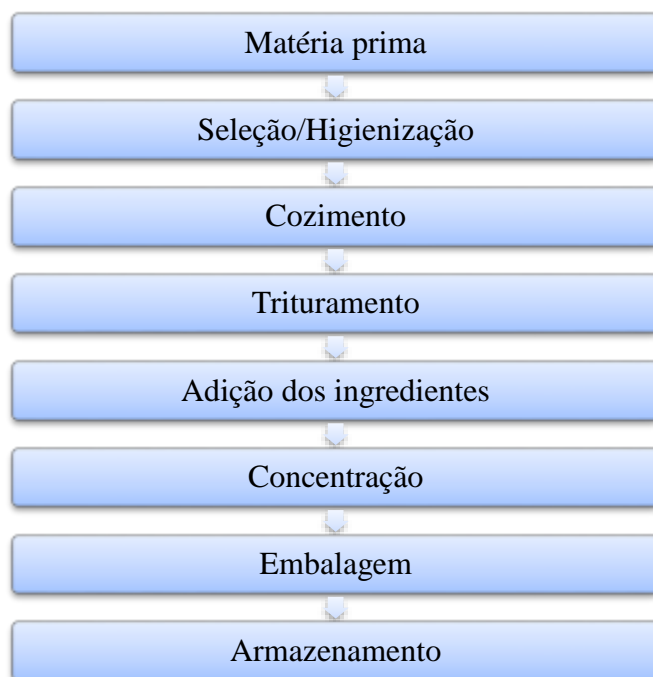
Para a produção do doce de grão-de-bico foi selecionado, pesado, lavado e cozido em panela de pressão. Depois de cozido, o grão-de-bico foi triturado, peneirado e adicionado os ingredientes em uma panela de inox e concentrado (em fogo baixo) até atingir a textura adequada (Figura 1). Na elaboração do doce foram utilizadas seis formulações (F1, F2, F3, F4, F5 e F6) conforme apresentadas na Tabela 1. Os doces foram colocados em potes de plásticos e armazenados para posteriores análises.

Tabela 1 - Quantidade de ingredientes que foram utilizados em cada formulação.

Ingredientes	Quantidade de ingredientes					
	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6
Grão-de-bico (g)	250	250	250	250	250	250
Açúcar (g)	125	-	125	125	-	125
Rapadura (g)	-	125	-	-	125	-
Leite (ml)	250	250	-	250	250	250
Água (ml)	250	250	500	250	250	250
Goma xantana (g)	-	-	-	0,50	0,50	-
CMC (g)	-	-	-	-	-	0,50
Canela (g)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

Fonte: Dos autores, 2019.

Figura 1 - Fluxograma do doce.



Fonte: Dos autores, 2019.

Análise sensorial

A análise sensorial dos doces de grão-de-bico foi realizada mediante a aplicação dos testes de aceitação (método 165/IV) e de intenção consumo (método 167/IV), conforme as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A análise foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do ICA-UFMG. Neste caso, foram utilizados um total de 45 consumidores não treinados. Os participantes receberam em cabines individuais sob luz ambiente, os doces foram dispostos em copos plásticos (codificados com três números cada amostra, sendo servido de 8 a 10g de cada formulação) e servidos com acompanhamento de água, além das fichas de avaliação, sendo orientados quanto ao seu preenchimento. Para o teste de aceitação (1º teste), os doces foram avaliados sensorialmente quanto aos atributos de sabor, textura, aparência e avaliação global, através de escala hedônica de nove pontos, variando de “9- gostei extremamente” a “1- desgostei extremamente”. Após a análise, calculou-se o índice de aceitabilidade (IA) das formulações, de acordo com a seguinte fórmula: $IA (\%) = A \times 100 / B$. Em que, A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto, para os atributos. No teste (2º teste) de intenção de consumo, foi utilizada uma escala hedônica de sete pontos, variando de “7- certamente comeria” a “1- nunca comeria”.

Resultados e discussão

Análise de sensorial

As médias obtidas no teste de aceitação doce de grão-de-bico avaliado na escala hedônica de 9 pontos (Tabela 2).

Tabela 2 - Médias das notas obtidas pelo teste de aceitação do doce de grão-de-bico.

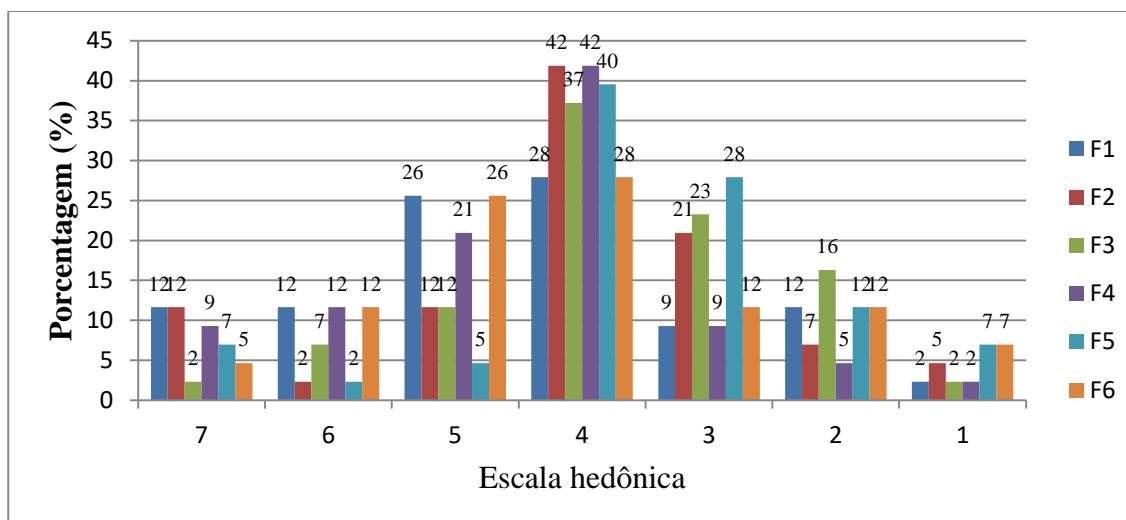
Formulações	Aparência	Textura	Sabor	Avaliação Global	Índice de aceitação
F1	7	7	7	7	78,7
F2	7	7	7	7	76,1
F3	7	7	6	7	74,5
F4	7	7	7	7	81,1
F5	6	6	6	6	69,4
F6	7	7	7	7	77,3

Fonte: Dos autores, 2019.

De acordo com a Tabela 2, as formulações F1, F2, F4 e F6 receberam as maiores notas (7) em todos atributos. Sendo que, a formulação F5, obteve a menor nota (6), em todos os atributos, ao passo que a formulação F3, apenas o atributo sabor recebeu nota 6. A formulação F5 situou-se abaixo índice mínimo de aceitabilidade, quando comparados as formulações F1, F2, F3, F4 e F6, apresentaram índice de 70% de aceitabilidade, demonstrando boa aceitação por parte dos consumidores. De acordo com Teixeira *et. al.* (1987), para que um produto seja considerado como aceito, em relação as suas propriedades sensoriais, é necessário que obtenha um índice de aceitabilidade de, no mínimo, 70%. Os resultados encontrados para os atributos, foram semelhantes aos Campos *et. al.* (2015), que desenvolveram doces de em massa de maracujá e doce de goiaba enriquecido com farinha de maracujá e obtiveram médias para cor, 7,58 e 7,53; sabor, 7,86 e 7,58; textura, 7,56 e 7,21 e para avaliação global, 7,90 e 7,72. E o índice de aceitação de 86% e 83,8%. Deve se levar em conta que o doce de grão-de-bico é um produto novo para os consumidores, mas obteve boa aceitação sensorial.

Em relação à intenção de consumo, conforme ilustrado na Figura 2, na escala hedônica de 7 pontos, obteve uma nota de 4- Comeria ocasionalmente. Resultados semelhantes aos de Azerêdo *et. al.* (2015), que desenvolveram três formulações de doce de rapadura com coco, com diferentes concentrações de rapadura, apresentou intenção de consumo pelos provadores, nota 4.

Figura 2 - Teste de intenção de consumo.



Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusão

Na análise sensorial todas as formulações obtiveram boa aceitação, sendo que, a formulação F4 obteve o maior índice de aceitação de 81,1% e a formulação F5 o menor de 69,4%. Para a intenção de consumo os doces receberam nota 4.

Referências

- AZERÊDO, L. P. M.; NASCIMENTO, H. M. A.; MOREIRA, R. T.; PEREIRA, E. M. Elaboração e caracterização de doce de coco adicionado de diferentes concentrações de rapadura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** - (Pombal - PB - Brasil) v. 10, n.3, p 30 - 34, jul-set, 2015.
- CAMPOS, K. F.; MELO, A. B. P. M.; FONTES, C. P. M. Desenvolvimento de doce em massa de maracujá e goiaba. **Revista Brasileira de Agrotecnologia** (BRASIL) ISSN: 2317-3114 v. 5, n. 1 (2015) páginas 99 – 102.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.
- NASCIMENTO, W. M. **Hortaliças leguminosas**. In: NASCIMENTO, W. M, Ed. 1. Brasília-DF: Embrapa, 2016. 232 p.
- NASCIMENTO, W. M.; PESSOA, H. B. S. V.; GIORDANO, L. B. **Cultivo do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)**. Brasília, DF: Embrapa-CNPQ, 1998. 14p.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1987. 180p.

Capítulo 22

Identificação de matérias estranhas e teste de Lugol em amostras de mel não fiscalizadas e comercializadas em feiras livres da região de Belo Horizonte-MG

Raíssa de Assis Carvalho*¹; Ana Carolina Ribeiro¹; Wallace Pereira Da Silva Mariz²; Luana Sousa Silva³; Douglas Roberto Guimarães Silva⁴; Felipe Machado Trombete⁴.

Resumo

Conforme legislação vigente, o mel não deve possuir matérias estranhas e sujidades de qualquer natureza, tais como insetos, larvas, grãos de areia e outros, devendo apresentar apenas materiais histológicos característicos do produto, como por exemplo, grãos de pólen. A adulteração do mel ainda é comum comprometendo a qualidade e a segurança do alimento. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de 30 amostras de mel comercializado em feiras livres através da pesquisa microscópica e teste de Lugol. Os resultados demonstram que houve presença de matérias estranhas em 20% das amostras, sendo elas: pelo de roedor, fragmentos de insetos, ácaro, formiga, fibras de vegetais e pata de abelha. Dezesete das amostras (56,7%) apresentaram grânulos de amido e, essas mesmas amostras apresentaram resultado positivo no teste de Lugol, indicando ocorrência de fraude. É importante ressaltar que, por se tratar de méis adquiridos em feiras livres e não inspecionados pelos órgãos competentes, os consumidores estão sujeitos a aquisição de produtos fraudados que podem oferecer riscos à saúde.

Palavras-Chave: Análises microscópicas. Amido. Sujidades. Análise de qualidade.

Introdução

O mel é definido pela legislação brasileira como o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e

¹ Discentes do Curso de Engenharia de Alimentos, UFSJ *Campus* Sete Lagoas;

² Discente do Ensino Médio, Escola Estadual Eponina Soares Dos Santos, Sete Lagoas;

³ Técnica de Laboratório, Departamento de Engenharia de Alimentos, UFSJ *Campus* Sete Lagoas;

⁴ Professores no Departamento de Engenharia de Alimentos, UFSJ *Campus* Sete Lagoas;

*E-mail para correspondência: raissaassis7@gmail.com

deixam madurar nos favos da colméia (BRASIL, 2000). É um alimento composto principalmente de açúcares, dos quais 75% correspondem a monossacarídeos, juntamente com 10-15% de dissacarídeos e pequenas quantidades de outros açúcares (SILVA *et al.*, 2016). Outros constituintes do mel são a água, proteínas, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, carotenóides, vitaminas e minerais, além de diversos compostos bioativos responsáveis por propriedades antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias, dentre outras reconhecidas (CODEX STANDARD FOR HONEY, 2001; BOGDANOV *et al.*, 2008).

O mel para consumo humano não deve conter matérias estranhas, de qualquer natureza, tais como insetos, larvas, grãos de areia e outros, devendo apresentar apenas materiais histológicos característicos do produto, como por exemplo, grãos de pólen (BRASIL, 2014). No entanto, diversas pesquisas demonstraram que elevada percentagem dos méis comercializados em diferentes regiões do Brasil, especialmente àqueles comercializados em feiras livres, não se apresentam adequados quanto ao padrão estipulado pela legislação quanto a presença de matérias estranhas (SOUSA; CARNEIRO, 2008; SANTOS; MOURA; CÂMARA, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2012; CARDOSO FILHO; SORIANO; SIENA, 2012).

Além da presença de matérias estranhas, outro fator preocupante na qualidade do mel é a sua adulteração através da adição de xarope de açúcares de cana, milho, açúcar invertido de beterraba e amido. Como é um alimento apreciado por seu sabor característico e pelo seu alto valor nutritivo, no qual sua oferta é bem menor que a procura, o seu preço é relativamente alto, o que incentiva por muitas vezes a sua adulteração. Sistemáticamente, apicultores e consumidores têm demonstrado grande preocupação com a qualidade e com constantes adulterações de amostras de méis (Mendes, 1983; Rossi, 1999).

Utiliza-se, também, como remédio natural para problemas respiratórios, gripes dentre outras doenças, do qual motivam-se estudos sobre sua autenticidade, a fim de esclarecer ao consumidor sua procedência, bem como condições higiênicas. Dessa forma é de grande importância a realização de pesquisa microscópica, a fim de obter um conjunto maior de informações necessárias para averiguar a segurança do consumo do mel pelos consumidores (GOIS *et al.*, 2013).

Na Região Metropolitana de Belo Horizonte, o setor apícola tem ganhado destaque nos últimos anos, principalmente pelo rápido retorno do capital investido e pelas condições climáticas favoráveis, sendo fortalecido pela associação dos apicultores na forma de cooperativas. Esse trabalho propôs a investigação da qualidade do mel comercializado em municípios da Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, através da pesquisa microscópica, e de outras avaliações (análises) para confirmação de alguns resultados obtidos.

Material e métodos

Foram analisadas 30 amostras de mel comercializadas na região metropolitana de Belo Horizonte. As amostras foram avaliadas quanto a presença de matérias estranhas e sujidades de acordo com o método 945.79 da Association of Official Analytical Chemists (AOAC,2016), tendo como princípio a dissolução de 200 g de amostra, previamente homogeneizada em 200 mL de solução HNO₃ a 2,5%, seguido de filtração em papel qualitativo n.1. Para a identificação dos fragmentos retidos no filtro foi utilizado um microscópio estereoscópio (ZEISS Primo Star), e um microscópio ótico (ZEISS Stemi 2000-C) ambos acoplados com câmera (ZEISS Axiocam ERc5s).

Para a pesquisa de grânulos de amido, alíquotas da amostra foram diluídas em água destilada (1:1) e então adicionadas em lâminas contendo solução de Lugol e em lâminas contendo água glicerinada para observação direta. Os grânulos de amido foram identificados de acordo com suas características histológicas, conforme estruturas apresentadas por Athié *et al.* (2006) e Oliveira *et al.* (2015).

Para confirmação das análises microscópicas da presença de grânulos de amido foi aplicado o Teste do Lugol, de acordo com o método 0184/IV do Instituto Adolfo Lutz, sendo a presença evidenciada pela coloração azul nas amostras.

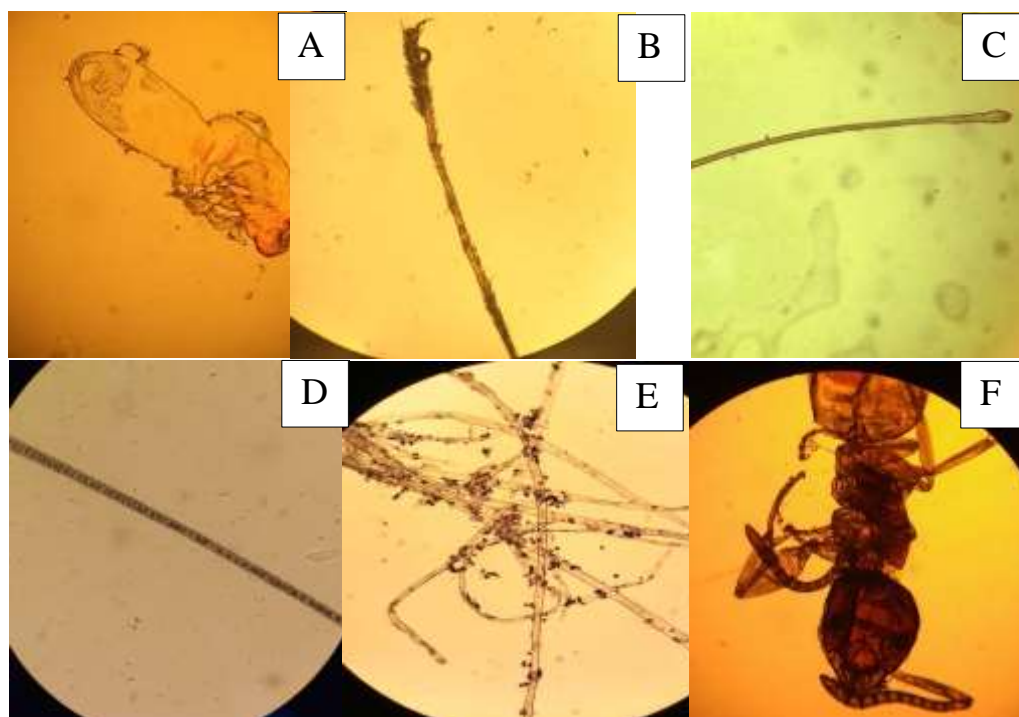
Resultados e discussão

A partir do desenvolvimento desse estudo, foi observada a presença de matérias estranhas e sujidades em 6 amostras (20%) conforme ilustrado na Figura 1.

As matérias estranhas são definidas como qualquer material não constituinte do produto, associado a condições ou práticas inadequadas, sendo classificadas em dois grupos: i) indicativas de riscos à saúde humana, capazes de veicular agentes e/ou causar danos ao consumidor, abrangendo as formigas, baratas, roedores, pombo, morcego e, ii) indicativas de falhas das Boas Práticas, abrangendo os artrópodes, pelos humanos, fungos filamentosos, areia, terra, entre outros (BRASIL, 2014). Nesse trabalho, de acordo com a RDC 14, (2014), D e F são classificadas no grupo i); e A, B, C e E são classificadas no grupo ii).

A presença de insetos como as formigas, pode passar a falsa impressão de não representar um perigo. No entanto, conforme apresentado por Fontana *et al.* (2010) e Sousa *et al.* (2016), tais insetos são vetores de várias bactérias patogênicas, tais como *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica* e *Staphylococcus* spp, que podem causar importantes doenças.

Figura 1 – Matérias estranhas encontradas nas amostras de mel. A: Ácaro; B: Fragmento de abelha; C: Pelo; D: Pelo de roedor; E: Fibra vegetal; F: Formiga



Fonte: Dos autores, 2018.

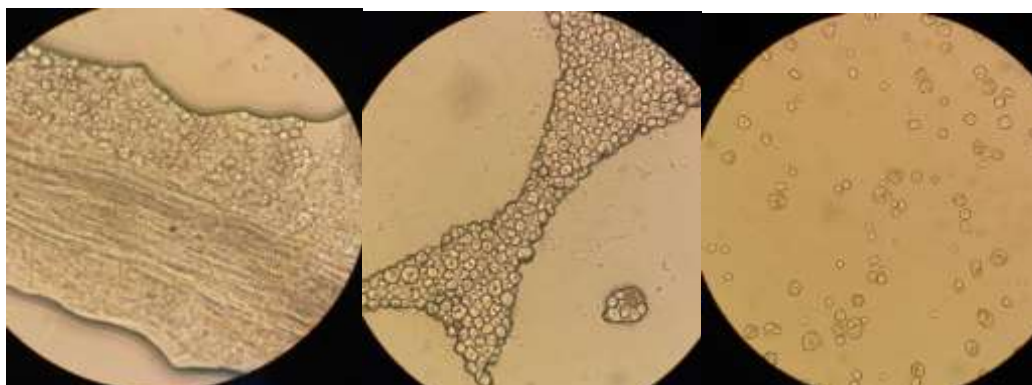
Legenda: A: Ácaro (aumento 100x); B: Fragmento de abelha (aumento 100x); C: Pelo (aumento 100x); D: Pelo de roedor (aumento 400x); E: Fibra vegetal (aumento 100x); F: Formiga (aumento 100x).

Em relação a presença de amido nas amostras, foi verificada presença de grânulos em 17 delas (56,7%), conforme ilustrado na Figura 2. O mel é considerado uma solução concentrada de açúcares, água, enzimas, proteínas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, vitaminas, substâncias aromáticas, pigmentos, grãos de pólen, podendo conter cera de abelhas procedente do processo de extração (BRASIL, 2000), não contendo amido em sua composição.

A reação de Lugol é uma reação colorimétrica e qualitativa realizada conforme metodologia indicada pelo Instituto Adolfo Lutz (CANO *et al.*, 2005). Considera-se positiva (presença de amido) quando a coloração final for violeta ou azul. A qualidade e a quantidade das dextrinas ou amido presentes nas amostras fraudadas determinarão a intensidade da cor (Mendes *et al.*, 2009).

WIESE (2000) demonstra que ao utilizar o iodo e iodeto de potássio, o mel adulterado apresenta reação colorida característica em função da presença de amido e dextrina, o que não ocorre no mel puro. Das 17 amostras com presença de grânulos de amido avaliadas no presente estudo, todas também apresentaram resultados positivos ao teste do Lugol, com coloração variando do azul ao preto, indicando adulteração do mel. As demais (13 amostras) apresentaram coloração âmbar, característica do mel. Na Figura 03 estão demonstrados os resultados obtidos no teste do Lugol.

Figura 2 – Grânulos de amido e tecidos vegetais encontrados nas amostras de mel analisadas em aumento de 400 x



Fonte: Dos autores, 2018.

Figura 03 – Fotografias das amostras de mel após reação de Lugol. Amostras com coloração do azul ao preto indicam méis fraudados.



Fonte: Dos autores, 2018.

Conclusão

Das amostras analisadas, dezessete (56,7%) apresentaram presença de amido, não estando de acordo com a legislação que regulamenta a qualidade do mel comercializado no país. Tais resultados indicam a ocorrência de possíveis fraudes. Foram também verificadas a presença de matérias estranhas em 20% das amostras, o que evidencia a ocorrência de falhas nas boas práticas de fabricação do mel, e, ainda pode oferecer riscos diretos à saúde do consumidor. Faz-se necessário maior rigor nas fiscalizações pelas autoridades responsáveis. Como se tratam de méis adquiridos em feiras livres e não inspecionados pelos órgãos competentes, os consumidores estão sujeitos a aquisição de produtos fraudados que podem oferecer riscos à saúde.

Agradecimentos

Os autores agradecem a concessão de bolsas de iniciação científica da Fapemig, através da modalidade PIBIC e PIBIC-Jr, as quais possibilitaram a realização dessa pesquisa.

Referências

- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 20th Edition, Gaithersburg, USA, 2016. Versão online. Disponível em: <http://www.aoac.org> Acessado em: 10 de set., 2017.
- ATHIÉ, I.; GOMES, R. A. R.; CARDOZO, G. M. B. Q.; PAULA, D. C. **Contaminantes em alimentos e instalações industriais**: Insetos, ácaros, roedores e matérias estranhas, 2006. Campinas: ITAL, 2006. 89 p.
- BOGDANOV, S.; JURENDIC, T.; SIEBER, R.; GALLMANN, P. Honey for Nutrition and Health: A Review. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 27, n.6, p. 677-689, 2008 BRASIL.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000**. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Diário Oficial, Brasília, 20 de outubro de 2000. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7797>>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 14, de 28 de março de 2014**. Dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e dá outras providências. Disponível em: portal.imprensanacional.gov.br Acessado em: 10 set., 2017.
- CANALE, A.; CANOVAI, R.; COSCI, F.; GIANNOTTI, P.; BENELLI, G. Survey of Italian honeys for the presence of foreign matter using the filth test. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 31, n. 5, p. 905–909, 2014.
- CANO, C. B.; NAGATO, L. A. F.; DURAN, M. C. colab. Açúcares e produtos correlatos. In: INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4º ed. Brasília: ANVISA, 2005. cap. 7, p. 321- 343
- CODEX ALIMENTARIUS. Committee on Sugars (2001). Codex standard 12, revised Codex Standard for Honey. Standards and Standard Methods, 11, 1–7 Disponível em: **Erro! A referência de hiperlink não é válida**. Acessado em: 10 set., 2017.
- FONTANA, R.; WETLER, R. M. C.; AQUINO, R. S. S.; ANDRIOLI, J. L.; QUEIROZ, G. R. G.; FERREIRA, S. L.; NASCIMENTO, I. C.; DELABIE, J. H. C. Disseminação de bactérias patogênicas por formigas (Hymenoptera: Formicidae) em dois hospitais do nordeste do Brasil. **Neotropical Entomology**. v. 39, n. 4, p. 655-663, 2010.
- GOIS, G. C.; Lima, C. A. B.; SILVA, L. T.; Evangelista-Rodrigues, A. Composição do mel de Apis Mellifera: Requisitos de qualidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, n.2, p.137-147, 2013.
- Mendes, B. A. & Coelho, E. M. Considerações sobre características de mel de abelhas – Análises e critérios de inspeção. Informe Agropecuario, v.9, n.106, p. 56-67, 1983.
- MENDES, C.G.; SILVA, J.B.A.; MESQUITA, L.X.; MARACAJÁ, P.B. (2009) As Análises De Mel: Revisão. Revista Caatinga, 22(2) 07-14.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa no 11, de 20 de outubro de 2000**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial da União. Disponível em: portal.imprensanacional.gov.br Acessado em: 10 set., 2017.

ROSSI, N. et. al. Análise da adulteração de méis por açúcares comerciais utilizando-se a composição isotópica de carbono. **Ciência e tecnologia de alimentos**. Campinas, v. 19. n, maio/agosto 1999.

SANTOS, A. B.; MOURA, C. L.; CAMARA, L. B. Determinação da Autenticidade dos Méis vendidos nas feiras livres e comércios populares. **Brazilian Educational Technology**, v. 2, n. 3, p. 135-147, 2011.

SOUSA, L. F.; OLIVEIRA, B. R. M.; SOARES, R. C.; NASCIMENTO, T. C.; MADUREIRA, M. S.; FORTUA, J. L. 2016. Pesquisa de enterobactérias e estafilococos em formigas em ambiente hospitalar. **Ciência & Tecnologia Fatec-JB** 8.

WIESE, H. **Apicultura: Novos Tempos**. 1 ed. Guaíba-RS: Editora Agropecuária LTDA. 2000. 424p.

Capítulo 23

Caracterização físico-química de batata-doce desidratada osmoticamente seguida por secagem em forno micro-ondas doméstico

Fabiane Neves Silva ^{*1}; Jocilane Pereira de Oliveira ²; Joyce Maria Gomes da Costa ³; Harriman Aley Morais ⁴.

Resumo

O trabalho objetivou caracterizar a batata-doce desidratada por processo osmótico com diferentes concentrações de sacarose, seguida de secagem em micro-ondas, quanto as características físico-química. As amostras desidratadas osmoticamente em diferentes soluções de sacarose (100%, 75% e 50%) e secas em micro-ondas doméstico foram submetidas as análises de umidade por aquecimento direto da amostra em estufa a 105°C overnight, atividade de água por leitura direta no instrumento AquaLab, textura com auxílio de um texturômetro e cor com um colorímetro. Houve uma redução do teor de umidade em torno de 58% devido a perda de água durante o processo de secagem. A A_w encontrou-se menor que 0,60, o que provoca a inibição microbiana, favorecendo a conservação do produto. A força necessária para quebrar a amostra variou de 1,5 a 2,2 N entre os tratamentos, sendo o teor de umidade final um fator determinante na textura dos vegetais secos. As amostras mostraram coloração clara com tendência a cor amarela. Para todos as amostras avaliadas e para todos os parâmetros estudados não houve diferença significativa, isso implica que é possível reduzir o teor de sacarose nos tratamentos sem que haja alteração em suas características.

Palavras-chave: Vegetais desidratados. Tecnologia de alimentos. Conservação de alimentos. Vida de prateleira.

¹Discente, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

² Docente, Departamento de Ciências Básicas / Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

³Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos / Instituto de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

Introdução

A batata-doce (*Ipomoea batatas*), quarta hortaliça mais cultivada no Brasil, destaca-se pela sua composição nutricional e por ser muito consumida tanto na alimentação humana quanto animal. A importância de suas qualidades nutritivas leva ao interesse por métodos que minimizem a atividade de água e que modifiquem um produto nobre, de relevância econômica e qualidade nutricional (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2012 e SILVA *et al.*, 2018).

Em meio a variedade de processos com intuito de conservação e ao prolongamento do tempo de vida de prateleira de vegetais, como a batata-doce, a secagem destaca-se por ter como finalidade a redução da perecibilidade, mantendo, no entanto, as características naturais dos alimentos. Outros métodos podem ser combinados ao processo de secagem afim de favorecer o processo de transferência de massa (MOTA, 2005; SILVA *et al.*, 2018).

A desidratação osmótica é um método que pode ser combinado com a técnica de secagem, pois reduz a atividade de água do produto e a ação de enzimas com pequenas mudanças nas características do produto e visa obter vegetais levemente processados utilizando soluções de açúcar, em temperaturas amenas, a fim de manter o sabor do produto e outras propriedades sensoriais (CHÁFER *et al.*, 2003; YADAV & SINGH, 2012).

Uma alternativa para secagem de vegetais é a utilização de micro-ondas. Essa metodologia tem como vantagem a rápida taxa de remoção de água, o que leva a obtenção de produtos secos de alta qualidade nutricional e sensorial como cor, sabor e textura. Uma vez que, suas ondas eletromagnéticas proporcionam um aquecimento de forma uniforme, os vapores, então formados no interior do alimento, formam um gradiente interno de pressão que provocará a saída da água (MONTEIRO *et al.*, 2014).

Em virtude do que foi mencionado, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar batata-doce desidratada por processo osmótico com diferentes concentrações de sacarose, seguido de secagem em micro-ondas doméstico, quanto as características físico-químicas (umidade, atividade de água, textura e cor).

Material e métodos

As batatas-doces foram adquiridas no comércio varejista de Diamantina-MG e foram desidratadas no Laboratório de Análise de Alimentos na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK.

As batatas-doces, foram inicialmente sanitizadas (imersão em solução de hipoclorito de sódio em concentração de 0,2% por 20 minutos), enxaguadas em água potável e cortadas em rodela (com cerca de 2 mm de espessura). Em seguida, foram submetidas a uma desidratação osmótica em solução com concentrações de 100%, 75% e 25% de sacarose a uma temperatura de 60 °C por 15 minutos e posterior secagem em forno micro-ondas doméstico PANASONIC (NN-GT672W), potência 1000 w.

As amostras desidratadas foram submetidas a análises físico-químicas no Laboratório de Matérias Primas na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK.

Determinação do teor de umidade

Aquecimento direto da amostra em estufa a 105°C overnight (AOAC, 2006), antes e depois do processo de secagem.

Atividade de água

Leitura direta no instrumento AquaLab (modelo 4TE, USA).

Determinação de cor

Leitura direta em colorímetro modelo da marca KONICA MINOLTA modelo CM-5 com abertura de leitura de 30 mm. Para tanto, utilizou-se o iluminante D65, ângulo de 10° para o observador, componente especular incluída e sistema de leitura CIELAB definido por L*, a*, b*, a coordenada L* corresponde à luminosidade que varia de 0 a 100 (escuro ao claro), a* e b* referem-se às coordenadas de cromaticidade verde (-) /vermelho (+) e azul (-) / amarelo (+), respectivamente. A partir dos dados foi calculado também o índice de saturação (C*) e o ângulo de tonalidade (h*) (RAMOS; GOMIDES, 2009).

Textura instrumental

Realizou-se o teste de força de quebra com o auxílio de um texturômetro TA-XT2 *Stable Micro Systems* que mede a resistência com absoluta precisão usando a tensão e compressão. A *probe* utilizada foi a *Three Point Bend Rig* (HDP/3PB) com parâmetros de velocidade do teste e pré-teste de 1mm/s e pós-teste de 10 mm/s e a distância percorrida na amostra foi de 12 mm.

Análise Estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e os resultados de cor, umidade, atividade de água e textura, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), Teste de Tukey ao nível de 1% de significância, com auxílio do software SISVAR.

Resultados e discussão

As médias dos parâmetros físico-químicos da batata-doce desidratada estão apresentados na Tabela 1. Os resultados obtidos pela análise de variância indicam que a umidade, atividade de água, textura e cor não foram influenciadas pela concentração da solução osmótica utilizada ($p>0,05$).

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos da batata-doce desidratada.

Amostras	Umidade (%)	Aw	Textura (N)	Cor				
				L*	a*	b*	h	c
100 % sacarose	12,87±	0,56±	1,5± 0,81	65,36±	-1,84±	21,04±	93,57±	21,12±
	1,21 ^{ns}	0,21 ^{ns}	ns	0,71 ^{ns}	0,11 ^{ns}	2,15 ^{ns}	0,31 ^{ns}	1,01 ^{ns}
75 % sacarose	12,91±	0,57±	1,9± 0,34	65,44±	-1,53±	21,21±	94,15±	21,27±
	2,31 ^{ns}	0,02 ^{ns}	ns	0,61 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,52 ^{ns}	1,71 ^{ns}	0,02 ^{ns}
50 % sacarose	13,34±	0,55±	2,2± 0,91	69,08±	-1,49±	23,98±	94,98±	24,03±
	1,01 ^{ns}	0,12 ^{ns}	ns	1,41 ^{ns}	0,41 ^{ns}	1,51 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,21 ^{ns}

ns = não significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey.

Fonte: Dos autores, (2019).

Pode-se verificar, que com relação ao teor de umidade, nenhuma das amostras apresentou diferença significativa a nível de 1%, estando estas na faixa de 12,87 a 13,34%. A umidade inicial das batatas-doces in natura foi 71,45%, no processo de secagem houve uma redução em torno de 58%. Essa redução no teor de umidade deve-se a evaporação da água durante o processo de secagem. Desta forma, diminuindo o teor de umidade das batatas, é possível aumentar a conservação por maiores períodos sem que haja deterioração por microrganismos.

Os resultados obtidos para atividade de água (Aw) não apresentaram diferença significativa, variando entre 0,55 a 0,57. Esses valores já eram esperados, uma vez que, o objetivo da desidratação é reduzir a atividade de água no produto, visando a conservação com inibição de reações enzimáticas e crescimento microbiano. Segundo Castro *et al.*, (2002), em valores de Aw menores que 0,60 ocorre a inibição dos microrganismos.

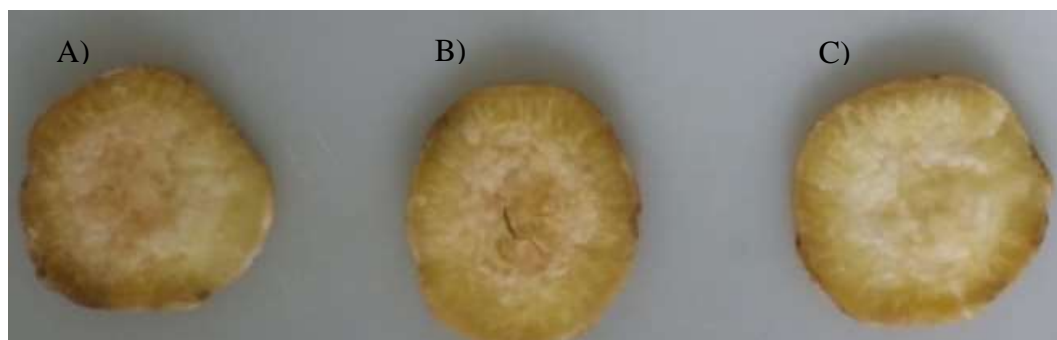
Com relação a medida de textura, observou que a força necessária para quebrar a amostra variou 1,5 a 2,2 N entre os tratamentos. O principal fator alterador da textura dos vegetais secos é o

teor de umidade final. De acordo com Cano-Chauca (2004), como no processo de desidratação ocorre a redução da umidade do produto, é esperado uma alteração também na textura, sendo esta mais firme e mais dura.

As batatas desidratadas apresentaram coloração amarelada, que pode ser observado na Figura 1.

A confirmação dessa característica foi avaliada em calorímetro, notou-se que as amostras apresentaram coloração clara, sendo que os valores de L^* estavam próximos de 100. Sendo uma característica inicial da batata-doce e mesmo com o processo de secagem e os tratamentos com sacarose, não houve influência nessa coloração. Para os valores de C^* , verificou-se uma variação de 21,12 a 24,03, este índice indica a intensidade da cor, levando a perceber que maiores valores de saturação são mais desejados, pois demonstram maior pureza da cor. Já para o ângulo de tonalidade (h^*), as amostras apresentaram um ângulo que acusa tendência a coloração amarela. Silva *et al.*, (2018) ressalta que em vegetais processados é comum a variação da cor, já que na maioria deles é propenso ao escurecimento causado pelas enzimas polifenoloxidase e peroxidase (escurecimento enzimático).

Figura 1 – Batata-doce desidratada osmoticamente com concentrações de sacarose: A) 100%, B) 75% e C) 25%, seguida por secagem em forno micro-ondas doméstico.



Fonte: Dos autores, 2019.

De modo geral, é importante salientar que as características avaliadas mantiveram para todos os tratamentos, não havendo, portanto, diferença significativa. Esse fato indica que independentemente da quantidade de sacarose utilizada nas soluções, as características, não irão se alterar, sendo um ponto positivo ao levar em conta a importância da redução de açúcar no processo e na alimentação. Uma vez que, esta quantidade pode ser reduzida em 50% e mesmo assim não irá alterar seus aspectos físico-químicos. Visto, desta forma, a importância de trabalhos futuros que avaliem esses atributos de forma sensorial a fim de verificar se será perceptível ou agradável ao paladar as diferentes concentrações de sacarose.

Conclusão

Foi possível caracterizar as batatas-doces desidratadas e pode-se analisar que não houve diferença significativa em nenhum dos tratamentos com diferentes concentrações de sacarose (100%, 75% e 50%). Houve uma redução de 58% do teor de umidade final, comparado ao inicial, o que é característico do processo de secagem. O teor de A_w apresentou-se menor que 0,60, valor este que ocorre a inibição microbiana, aumentando a conservação do produto. Desta forma, pode-se utilizar quantidades menores de sacarose (50%), que não haverá variação nos seus atributos físico-químicos.

Agradecimentos

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus Diamantina, pelo amparo tecnológico e a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Referências

- ANDRADE JÚNIOR, V.C.; VIANA, D.J.S.; PINTO, N.A.V.D.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, R.C.; NEIVA, I.P.; AZEVEDO, A.M.; ANDRADE, P.C.R. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 584-589, 2012.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (method 991.20), v. 33, p. 10-12, 2006.
- CANO-CHAUCA, M.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; PEREIRA, J. A. M. Drying curves and water activity evaluation of dried banana. **International Drying Symposium**, v. 30, n 14, p. 2013-2020, 2004.
- CASTRO, A. G. *et al.* **A química e a reologia no processamento de alimentos**. Porto Alegre, RS: Instituto Piaget, 295p, 2002.
- CHÁFER, M. *et al.* Effect of blanching and vacuum pulse application on osmotic dehydration of pear. **Food Science and Technology International**, v. 9, p. 321-328, 2003.
- MONTEIRO, R. L. CARCIOFI, B. A. M.; LAURINDO, J. B. Ciclos de aquecimento-pulso de vácuo para modificação da textura de bananas desidratadas em campo de micro-ondas, In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUIMICA, 2014. **Anais eletrônicos**. Campinas, GALOÁ, 2018, p. 1 a 8.
- MOTA, R. V. Avaliação da qualidade de banana passa elaborada a partir de seis cultivares. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p.560- 563, set. 2005.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes – fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFV, 2009.
- SILVA, P. I. S.; ORIENTE, S. F.; GOUVEIA, D. S.; MOTA, M. M. A.; DANTAS, R. L.; RODRIGUES, C. G. Efeito da desidratação osmo-convectiva nas características físicas e físicoquímicas de “chips” de batata-doce saborizados. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 39, n. 3, p. 264-269, 2018.
- YADAV, A. K., & SINGH, S. V. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v.51, n.9, p.1654–1673, 2012.

Capítulo 24

Avaliação de parâmetros físicos e químicos de hambúrguer de frango com adição de diferentes proteínas não cárneas

Glauce Kelly Silva do Nascimento*¹; Edimara Santos Cunha¹; Monalisa Pereira Dutra Andrade²

Resumo

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito da adição de diferentes proteínas não cárneas com relação aos parâmetros físicos e químicos de hambúrguer de frango. Para isso, foram elaboradas quatro formulações de hambúrguer de frango, sendo elas: F1 (adição de 4% de whey protein); F2 (adição de 4% de albumina); F3 (adição de 4% de proteína texturizada de soja) e F4 (sem adição de proteína não carne) e analisadas a cor, textura, pH, perda por cozimento (PPC), atividade de água e umidade. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) da adição de diferentes proteínas para as análises de atividade de água (a_w), umidade, para o parâmetro luminosidade (L^*) e adesividade, no entanto foram observados diferenças significativas ($P < 0,05$) para o pH, PPC, índice de vermelho (a^*), índice de amarelo (b^*), saturação (C^*), tonalidade (h^*), dureza, coesividade, flexibilidade e mastigabilidade. Através dos resultados obtidos no presente experimento foi possível concluir que as formulações do hambúrguer de frango adicionado de *whey protein* e albumina se destacaram das demais formulações, principalmente pela vantagem de apresentar perda por cozimento 41,5% menor que os demais tratamentos.

Palavras-chave: Albumina. Proteína texturizada de soja. Whey Protein.

Introdução

Nas últimas décadas a sociedade em geral tem procurado por alimentos mais saudáveis, de rápido e fácil preparo, este fato fez com que aumentassem a busca por carnes mais magras e saudáveis e neste sentido têm se destacado as carnes de frango e de peixe, principalmente devido à suas maiores acessibilidades. Essa procura tem crescido, uma vez que a adição de alimentos mais balanceados na dieta é uma ótima maneira de evitar ou mesmo corrigir problemas de saúde, como: obesidade,

¹ Graduanda do curso de Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri.

² Orientadora, Instituto de Ciência e Tecnologia/Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

*Autor para correspondência: glaucekellysn@hotmail.com

diabetes, hipertensão, colesterol alto, cardiopatias, entre outros (TGUTKOSKI *et al.*, 2007). O favorecimento no consumo de carnes de aves é por esta ser classificada como alimento saudável e pobre em gorduras, além de fornecer alta quantidade proteica (cerca de 20 g/100 g de carne crua, sem pele) e ser rica fonte de aminoácidos essenciais, minerais e vitaminas (VENTURINI *et al.*, 2007).

A Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), define hambúrguer como produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado. O produto pode ser classificado como cru, semi-frito, cozido, frito, congelado ou resfriado (BRASIL, 2000).

O regulamento técnico de identidade e qualidade do hambúrguer permite em sua formulação a utilização de proteína não cárnea na forma agregada na quantidade máxima de 4.0% (BRASIL, 2000).

A obtenção da proteína do soro de leite é feita a partir da caseína de queijo e coalho como subprodutos. Estes podem ser classificados de acordo com a concentração de proteína, como o concentrado proteico de soro de leite (WPC), que contém 30-85% de proteína e isolado de proteína de soro (WPI) que contém > 90% de proteína (FOEDGEDING *et al.*, 2011).

A albumina de ovo de galinha (AE) é um emulsificante natural que tem sido amplamente utilizado nas indústrias alimentícias, e tem atraído atenção crescente nos últimos anos como uma boa fonte de proteína e um alimento funcional ou ingredientes no processamento de alimentos (MATSUDOMI *et al.*, 2002).

A Proteína texturizada de soja é considerada um alimento funcional e uma proteína completa, uma vez que provê os aminoácidos necessários ao organismo, além de ser rica em fibras e vitaminas do complexo B, A, E e C, minerais como cálcio, ferro e potássio, e também ajudar na redução do colesterol e nos problemas da menopausa (SILVA, 2012).

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito da adição de diferentes proteínas não cárneas com relação aos parâmetros físicos e químicos de hambúrguer de frango.

Material e métodos

O presente projeto foi realizado nos Laboratórios de Carnes e Derivados e de Matérias Primas da Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina - MG, *Campus JK*.

Os peitos de frangos congelados foram adquiridos em um supermercado local da cidade de Diamantina – MG. A carne foi moída em um disco de 5 mm em um moedor (BERMAR, Modelo boca 22).

Para a formulação dos hambúrgueres foram utilizados peito de frango moído (73,2%), água (20%), sal refinado (1,5%), ácido ascórbico (0,3%), polifosfato (0,3%), alho desidratado (0,5%), pimenta calabresa (0,1%) e pimenta do reino em pó (0,1%).

A massa cárnea obtida foi homogeneizada, dividida em quatro partes iguais e adicionada das diferentes proteínas não cárneas, resultando nos seguintes tratamentos: F1 (adição de 4% de *whey protein*); F2 (adição de 4% de albumina); F3 (adição de 4% de proteína texturizada de soja) e F4 (sem adição de proteína não cárnea). Em seguida, os hambúrgueres foram moldados em prensa manual, pesando 100 g. Cada unidade foi embalada individualmente em sacos de polipropileno e submetidas ao congelamento em *freezer* a -18°C.

Os hambúrgueres foram avaliados quanto à umidade, ao pH, à cor, à textura, perda de peso por cozimento (PPC) e atividade de água (*aw*).

A umidade foi medida pelo método gravimétrico – perda por dessecação a 105°C. A análise de pH foi feita em um pHmetro (MS TECNOPON, mPA210) através da combinação do eletrodo com o potenciômetro imersos na amostra.

Para a análise de atividade de água (*aw*), foi utilizado o instrumento AquaLab modelo CX2 (DecagonDevices Inc).

A avaliação da cor foi feita por meio da leitura das coordenadas do sistema CIELAB no equipamento Colorímetro Konica Minolta modelo CR-400, onde determinou-se as variáveis L* (luminosidade), a* (índice de vermelho), b* (índice de amarelo), C* (saturação) e Hue (tonalidade) (VAN LAACK *et al.*, 2000).

Para determinar a perda de peso por cozimento os hambúrgueres foram pesados congelados em balança analítica, embrulhados em papel alumínio e levados à grelha pré-aquecida a 170°C, até atingir a ponto frio, que foi de 70°C. Foram retirados da grelha e pesados novamente e, fazendo a diferença entre os pesos se obteve a perda de peso por cozimento.

A análise de textura foi realizada pelo método descrito por FRIEDMAN, WHITNEY & SZCZESNIAK (1963) através de um texturômetro (*Stable Micro Systems*, TA. XTExpress).

Os resultados experimentais foram avaliados através de análise de variância (ANOVA) e para detecção mínima entre as médias realizou-se o teste de Tukey com nível de significância de 5% de probabilidade de erro. Foi utilizado o programa estatístico STATISTICA versão 8.0.

Resultados e discussão

O resultado dos parâmetros físicos e químicos de hambúrguer de frango com adição de diferentes proteínas não cárneas está descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados e desvios padrão das análises físicas e químicas dos hambúrgueres de frango com adição de diferentes proteínas não cárneas.

Análises	F1	F2	F3	F4F4
pH	6,08±0,03 ^c	6,33±0,02 ^a	6,19±0,03 ^b	6,14±0,01 ^{bc}
Aw	0,97±0,00 ^a	0,97±0,00 ^a	0,97±0,00 ^a	0,97±0,00 ^a
PPC	11,20±0,45 ^b	10,50±1,01 ^b	18,93±0,70 ^a	18,14±1,49 ^a
Umidade	72,20±2,25 ^a	73,68±0,44 ^a	77,05±7,04 ^a	76,30±0,30 ^a
L*	55,27±0,23 ^a	54,15±0,57 ^a	54,84±0,63 ^a	52,94±2,15 ^a
a*	4,02±0,21 ^c	5,56±0,37 ^b	7,16±0,37 ^a	4,59±0,73 ^{bc}
b*	21,82±0,21 ^{bc}	25,84±2,21 ^a	24,74±0,69 ^{ab}	21,19±0,69 ^c
h*	79,56±0,45 ^a	77,83±1,29 ^a	73,87±0,37 ^b	77,80±1,55 ^a
C*	22,18±0,24 ^b	26,43±2,16 ^a	25,75±0,75 ^a	21,69±0,80 ^b
Dureza	4,82±1,43 ^a	1,95±0,69 ^b	1,30±0,11 ^b	1,51±0,21 ^b
Adesividade	-2,54±1,32 ^a	-1,29±1,00 ^a	-1,93±0,94 ^a	-1,28±0,45 ^a
Coesividade	0,80±0,01 ^a	0,77±0,02 ^a	0,73±0,00 ^b	0,77±0,00 ^a
Flexibilidade	0,99±0,01 ^b	1,01±0,00 ^a	1,00±0,00 ^{ab}	1,00±0,00 ^{ab}
Mastigabilidade	3,85±1,17 ^a	1,54±0,61 ^b	0,96±0,06 ^b	1,15±0,16 ^b

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: F1: Whey Protein; F2: Albumina; F3: Proteína texturizada de soja; F4: Controle.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha (comparação entre tratamentos) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Foi observado que não houve efeito significativo ($P>0,05$) da adição de diferentes proteínas para as análises de atividade de água (aw), umidade, luminosidade (L^*) e adesividade. Entretanto foram observados diferenças significativas ($P<0,05$) para o pH, PPC, índice de vermelho (a^*), índice de amarelo (b^*), saturação (C^*), tonalidade (h^*), dureza, coesividade, flexibilidade e mastigabilidade.

Ao analisar os resultados do pH foi possível observar que o hambúrguer de frango com adição de *whey protein* apresentaram os menores valores, enquanto os hambúrgueres com adição de albumina obtiveram os maiores valores de pH. A Instrução Normativa n° 20, de 31 de julho de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) regulamenta o padrão de identidade

e qualidade do hambúrguer, no entanto não estabelece seus valores de pH (BRASIL, 2000). Uma possível causa para os menores valores de pH encontrados na formulação com adição de *whey protein* poderá estar associada ao pH do soro do leite por apresentar um pH ácido (entre 6,0 e 6,8). Enquanto a justificativa para a formulação com adição de albumina apresentar maior pH seria o pH da clara do ovo apresentar caráter alcalino (em torno de 7,9).

Na a análise de perda por cozimento (PPC) ficou evidente que as formulações de hambúrguer de frango com adição tanto de *whey protein* quanto de albumina apresentaram maiores capacidades de retenção de água por obterem menores valores de perda por cozimento. Os hambúrgueres com adição de *whey protein* e albumina conseguiram reter aproximadamente 41,5% de água a mais que os hambúrgueres com adição de proteína texturizada de soja e controle. O *whey protein* e a albumina são utilizados como suplementos alimentares por serem altamente proteicos. Suas proteínas formam géis irreversíveis ao rearranjarem-se em estruturas reticulares tridimensionais. Com a gelificação, a água é aprisionada nos capilares da matriz do gel, propiciando adicional retenção de água, além da capacidade obtida por meio do simples desdobramento da estrutura proteica (HARAGUCHI, 2006).

Os hambúrgueres com adição de proteína texturizada de soja apresentaram os maiores valores do índice de vermelho (a^*), sendo os menores valores do índice de vermelho encontrados para os hambúrgueres adicionados de *whey protein*. A adição de proteína texturizada de soja resultou em maior intensidade de vermelho devido à presença do corante eritrosina na composição da proteína vegetal (TORRE, 2004).

Com relação ao índice de amarelo (b^*), os maiores valores foram encontrados para os hambúrgueres adicionados de albumina. Entretanto, os menores valores do índice de amarelo foram observados nos hambúrgueres do tratamento controle. Essa diferença ocorre devido á proteína albumina utilizada possuir um tom mais amarelado.

Os hambúrgueres adicionados de proteína texturizada de soja apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) dos demais tratamentos para o parâmetro tonalidade (h), esse tratamento apresentou-se com um tom de amarelo mais claro, isto porque esta proteína possui uma tonalidade mais clara que as demais. Em relação á saturação, os hambúrgueres adicionados de *whey protein* e a amostra controle não apresentaram diferenças significativas entre si ($P > 0,05$), no entanto os hambúrgueres adicionados de albumina e proteína texturizada de soja diferiram-se dos demais tratamentos, apresentando maiores valores do índice de saturação (C). A saturação está ligada diretamente à concentração do elemento corante e representa um tributo quantitativo para intensidade. Quanto maior o chroma maior a saturação das cores perceptíveis aos humanos. Cores neutras possuem baixa saturação, enquanto cores puras possuem alta saturação e, portanto, mais brilhantes na percepção humana (PATHARE *et al.*, 1988).

Em relação à textura, foi observado que os hambúrgueres adicionados de *whey protein* apresentaram valores de dureza maiores que o dobro quando comparado aos demais tratamentos. As proteínas presentes no *whey protein* apresentam propriedades de gelificação, a água é aprisionada nos capilares da matriz do gel, propiciando adicional retenção de água resultando em aumento da firmeza (HARAGUCHI, 2006).

Os hambúrgueres adicionados de proteína texturizada de soja apresentaram menores valores para a coesividade. Esse resultado demonstra que a força necessária para que aconteça o rompimento do hambúrguer durante será menor quando comparada aos demais tratamentos (CRUZ, 2017).

A flexibilidade, por sua vez, é definida pelo alto grau de deformação que um produto apresenta antes de ser rompido (CRUZ, 2017). Apesar da diferença significativa, a flexibilidade de todos os tratamentos apresentaram resultados bastante semelhantes.

Os hambúrgueres adicionados de *whey protein* apresentaram valores de mastigabilidade mais que o dobro dos demais tratamentos. Esse resultado era esperado, uma vez que a análise de dureza também apresentou esse comportamento. A mastigabilidade refere-se à energia requerida para mastigar o alimento (CRUZ, 2017).

Conclusão

Através dos resultados obtidos no presente experimento foi possível concluir que a adição de diferentes proteínas não cárneas influenciou diversos parâmetros físicos e químicos de hambúrguer de frango, tais como pH, PPC, índice de vermelho (a^*), índice de amarelo (b^*), saturação (C^*), tonalidade (h^*), dureza, coesividade, flexibilidade e mastigabilidade.

As formulações do hambúrguer de frango adicionado de *whey protein* e albumina se destacaram das demais formulações, principalmente pela vantagem de apresentar perda por cozimento 41,5% menor que os demais tratamentos.

Agradecimentos

Ao Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri.

Ao Laboratório de Matérias primas do Instituto de Ciência e Tecnologia.

Referências

- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 20/2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Hambúrguer. Brasília, 2000. Disponível em: http://www.cfmv.org.br/portal/legislacao/outras_normas/instrucao_normativa_020_MAA.htm. Acesso em: 05/05/2019.
- CRUZ, M. **A força de flexão em um texturômetro**. ExtraLab, 2017. Disponível em: <https://blogextralab.wordpress.com/2017/01/19/a-forca-de-flexao-em-um-texturometro/>. Acesso em: 24 maio 2019.
- FOEDGEDING, E.A.; LUCK, P.J.; VARDHANABHUTI, B. **Produtos proteicos do leite | produtos de proteína de soro de leite**. 2011.
- FRIEDMAN, H. H. *et al.* **The Texturometer – a new instrument for objective texture measurement**. Journal of Food Science, c. 28, n. 4, p. 290-396.
- HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C. de.; PAULA, H. de. Revista de nutrição, 19(4): 479-488, Jul./Ago., 2006.
- MATSUDOMI, N.; NAKANO, A.; SOMA, A.; OCHI, A. **Melhoria das propriedades do gel da clara de ovo por modificação com galactomanana através da reação de maillard**. Revista de Química Agrícola e Alimentar, 50 (14) (2002) , pp. 4113 – 4118.
- PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. **Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review**. Food Bioprocess Technol. v. 6, p. 36–60, 2013.
- SILVA, N. F da. **Soja e seus benefícios para a saúde**. 2012. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso - Administração) – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, 2012.
- TGUTKOSKI, L. C.; BONAMIGO, J. M. A.; TEIXEIRA, D. M. F.; PEDO, I. **Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 27, n. 02, p. 355-363, 2007.
- TORRE, J. K. de M. D. Proteínas de soja e colágeno: validação das metodologias de quantificação e avaliação tecnológica do uso em produtos cárneos. 2004. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004.
- VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. **Características da Carne de Frango**. Boletim Técnico - PIE-UFES:01307, 2007.
- VAN LAAK, R.. L. J. M. *et al.* **Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat**. Poultry Science, v.79, n.7, p. 1057-1061, 2000.

Capítulo 25

Caracterização físico-química de maçã desidratada por processo osmótico com diferentes concentrações de canela, seguida por secagem em micro-ondas

Jocilane Pereira de Oliveira^{*1}; Fabiane Neves Silva¹, Harriman Aley Moraes²; Joyce Maria Gomes da Costa³;

Resumo

Devido à alta perecibilidade das frutas, como a maçã, uma alternativa que vise a sua conservação e maior vida útil, é a desidratação osmótica seguida da secagem. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar maçãs desidratadas osmoticamente em solução de sacarose com concentrações de canela (1 e 2%) seguida de secagem em micro-ondas doméstico. As maçãs desidratadas foram avaliadas quanto ao teor de umidade, atividade de água, cor e textura. Os teores de umidade, atividade de água e textura não foram influenciados pela saborização. Sendo que, os valores de umidade estavam dentro do estabelecido pela legislação para frutas secas, (máxima de 25%), a A_w obteve teores menores que 0.60, indicando que o produto não estava propenso a desenvolvimento microbiano. A textura, que é afetada pelo processo osmótico, não apresentou alteração quanto ao teor de canela nas soluções. Para os parâmetros de cor, observou-se uma coloração amarelo-alaranjado e houve diferença estatística para o atributo L^* indicando luminosidade clara para a amostra controle e com 1% de canela, e luminosidade mais escura para a amostra com 2% de canela, o que era esperado devido aos pigmentos presentes na solução com maior quantidade de canela.

Palavras-chave: Frutas secas. Processamento de alimentos. Vida de prateleira. Umidade em alimentos. Atividade de água.

¹Discente, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG

² Docente, Departamento de Ciências Básicas / Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG

³ Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos / Instituto de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

Introdução

A maçã (*Malus domestica*), possui alto índice de comercialização mundial, além de sua aparência e sabor agradável, é composta de vitaminas, minerais e auxilia na hidratação devido ao seu elevado conteúdo de água. Entretanto, essa grande quantidade de água disponível para reações químicas e microbianas, torna a fruta mais perecível, o que reduz a sua vida de prateleira, sendo necessários métodos de conservação logo após a sua colheita (TELÖKEN, 2016).

Visando formas de aumentar a vida útil de frutas, como a maçã, agregando valor ao produto; existem métodos de conservação como a desidratação osmótica e a secagem. A desidratação osmótica tem a finalidade de redução da atividade de água de vegetais a partir da remoção de água de menor concentração de soluto para maior concentração. Sendo preferida a outros métodos por manter a conservação da cor, nutrientes e retenção dos compostos de aroma, o que reflete na melhoria de qualidade da cor, textura, sabor e estabilidade do produto final. Associada ao processo de secagem, possui grande aplicação na preservação de alimentos, uma vez que a secagem possibilita a obtenção de produtos com baixo teor de umidade e tem como vantagem aumentar a vida útil do produto e ter baixo custo. (TIWARI, 2005; GOMES *et al.*, 2007; YADAV & SINGH, 2012; LEONARDI E AZEVEDO, 2018).

Uma alternativa para secagem de alimentos é utilização de micro-ondas doméstico, pois a sua energia cria calor interno nos alimentos processados, tendo como consequência a redução do tempo de processamento, maior rendimento do produto final e com qualidade superior comparada as técnicas convencionais (SILVA *et al.*; 2007). Para Teloken, (2016), esse tipo de secagem utilizando o micro-ondas doméstico requer um tempo significativamente menor de desidratação do que em secador convencional.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização físico-química, quanto as diferentes concentrações de canela de maçã desidratada osmoticamente, seguida por secagem em micro-ondas.

Material e métodos

As maçãs foram adquiridas no comércio varejista de Diamantina-MG e foram desidratadas no Laboratório de Análise de Alimentos na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK.

As maçãs, inicialmente sanitizadas (imersão em solução de hipoclorito de sódio em concentração de 0,2% por 20 minutos), enxaguadas em água potável e cortadas em rodela (com cerca

de 1 mm de espessura). A desidratação das maçãs seguiu-se por processo osmótica em solução de sacarose (1:1) com concentrações de 1 e 2% de canela e posterior secagem até peso constante em forno micro-ondas doméstico PANASONIC (NN-GT672W), potência 1000 w.

As amostras desidratadas foram submetidas a análises físico-químicas no Laboratório de Matérias Primas na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK.

Determinação do teor de umidade

Aquecimento direto da amostra em estufa a 105°C overnight (AOAC, 2006), antes e depois do processo de secagem.

Atividade de água

Leitura direta no instrumento AquaLab (modelo 4TE, USA).

Determinação de cor

Leitura direta em colorímetro modelo da marca KONICA MINOLTA modelo CM-5 com abertura de leitura de 30 mm. Para tanto, utilizou-se o iluminante D65, ângulo de 10° para o observador, componente especular incluída e sistema de leitura CIELAB definido por L*, a*, b*, a coordenada L* corresponde à luminosidade que varia de 0 a 100 (escuro ao claro), a* e b* referem-se às coordenadas de cromaticidade verde (-) /vermelho (+) e azul (-) / amarelo (+), respectivamente. A partir dos dados foi calculado também o índice de saturação (C*) e o ângulo de tonalidade (h*).

Textura instrumental

Realizou-se o teste de força de quebra com o auxílio de um texturômetro TA-XT2 *Stable Micro Systems* que mede a resistência com absoluta precisão usando a tensão e compressão. A *probe* utilizada foi a *Three Point Bend Rig* (HDP/3PB) com parâmetros de velocidade do teste e pré-teste de 1mm/s e pós-teste de 10mm/s e a distância percorrida na amostra foi de 12 mm.

Análise Estatística

Os resultados de cor, umidade, atividade de água e textura foram submetidos à análise de variância (ANOVA), Teste de Tukey a 1%.

Resultados e discussão

As médias dos parâmetros físico-químicos da maçã desidratada controle e da saborizada com canela estão apresentados na Tabela 1. Os resultados obtidos pela análise de variância indicam que a umidade, atividade de água e textura não foram influenciadas pela saborização ($p>0,01$).

Tabela 1- Parâmetros físico-químicos de maçã desidratada por processo osmótico seguido de secagem em micro-ondas.

Amostras	Umidade (%)	Aw	Textura (N)	Cor				
				L*	a*	b*	h	c
Controle	9,68 ^{ns}	0,54 ^{ns}	1,5 ^{ns}	61,10 ^b	3,51 ^{ns}	16,29 ^{ns}	80,01 ^b	17,28 ^{ns}
1 % canela	9,83 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,9 ^{ns}	55,81 ^b	3,72 ^{ns}	18,99 ^{ns}	79,48 ^b	19,31 ^{ns}
2 % canela	10,10 ^{ns}	0,57 ^{ns}	2,2 ^{ns}	38,93 ^a	5,77,4 ^{ns}	20,87 ^{ns}	70,51 ^a	21,21 ^{ns}

Luminosidade (L*); coordenada a* (conteúdo do vermelho ao verde); coordenada b* (conteúdo do amarelo ao azul); h (tonalidade); c (saturação). Letras diferentes em uma mesma coluna significam diferenças estatísticas para um mesmo parâmetro em amostras diferentes pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. ns = não significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey.

O controle de umidade é uma das determinações mais importantes utilizadas nas análises de alimentos e também é uma grande preocupação em relação a frutas secas, pois está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, podendo afetar a estocagem, embalagem e processamento do produto (CECCHI, 2003). Observou-se que o teor de umidade dos tratamentos está em conformidade com o teor de umidade preconizado pela legislação brasileira, uma vez que esta exige um teor de umidade final máxima aceitável de 25% (BRASIL, 2005).

As batatas desidratadas apresentaram valores de atividade de água (Aw) entre 0,54 e 0,57, portanto, todos os tratamentos indicam estabilidade para o crescimento microbiano, dado que valores menores que 0,60 ocorre a inibição de microrganismos (QUEK, CHOK, SWEDLUND, 2007).

Quanto à textura (força de quebra), foi observada uma média 1,86 N, desta forma, independente do tratamento utilizado, não houve variação significativa na textura das maçãs desidratadas. Para Gonçalves e Blume (2008) a utilização da desidratação osmótica antes da secagem

melhora a qualidade na textura do produto final, uma vez que, o emprego da temperatura juntamente com a concentração da solução osmótica afeta na taxa de remoção de água.

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos dos parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , c , h) para as três amostras analisadas, e os resultados foram avaliados de acordo com a Comissão Internacional de Iluminantes, sistema CIELAB de cores. As amostras apresentaram uma tonalidade em torno do ângulo de 70° a 80° que corresponde a faixa que compreende a cor amarelo-alaranjado (RAMOS; GOMIDE, 2009) que pode ser comprovado na Figura 1. Observou-se que para o parâmetro L^* houve diferença significativa ($p \leq 0,01 \%$) entre os tratamentos, indicando que a amostra controle e a com 1% de canela tem luminosidade clara e a amostra com 2% de canela tem luminosidade relativamente escura. O tratamento com 2% de canela apresentou coloração mais escura, o que era esperado devido os pigmentos presentes na solução advindos da canela.

Figura 1 - Maçãs desidratadas osmoticamente com solução de sacarose padrão, com concentração de 1% de canela e 2% de canela, respectivamente, seguida de secagem em micro-ondas doméstico.



Fonte: Dos autores, (2019).

Conclusão

Foi possível realizar a caracterização físico-química das maçãs desidratadas e verificou-se que, para os parâmetros de umidade, textura e atividade de água não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados. Porém, ao avaliar a cor, notou-se que a quantidade de canela afetou na coloração das maçãs, sendo que a amostra controle e com 1% de canela se apresentaram luminosidade mais claras, enquanto que a amostra com 2% de canela com luminosidade mais escura devido a maior pigmentação oriunda da concentração de canela.

Agradecimentos

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, *Campus Diamantina*, pelo amparo tecnológico.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (method 991.20), v. 33, p.: 10-12, 2006.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 12, de 2005. Aprova regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIwOQ%2C%2C>>. Acesso em: 30 de maio de 2019.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed., Rev. Campinas: Universidade de Sorocaba - Rede de Avaliação Institucional de Educação Superior (Rev. Avaliação), 2003.
- GOMES, A. T.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Desidratação Osmótica: uma tecnologia e baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 3, n. 3, p. 212-226, 2007
- GONÇALVES, A. A. E BLUME, A. R. Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi. **Estudos tecnológicos**, v. 4, n. 2, p.124-134, 2008.
- QUEK, S. Y; CHOK, N. K; SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. **Chemical Engineering and Processing**, v.46, n.5, p.386–392, 2007.
- SILVA, F. A.; MAXIMO, G. J.; MARSAIOLI Jr; A.; SILVA, M. A. A. P. Impacto da secagem com micro-ondas sobre o perfil sensorial de amêndoas de noz macadâmia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p.553-561, 2007.
- TELÖKEN, F. T. **Análise da viabilidade tecnológica da desidratação de maçã em aparelho de micro-ondas doméstico**. 2016. 139 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agrícola) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2016.
- TIWARI, R. B. Application of osmo-air dehydration for processing of tropical fruits in rural areas. **Indian Food Industry**, v. 24, n. 6, p.62–69, 2005.
- YADAV, A. K., & SINGH, S. V. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v.51, n.9, p. 1654–1673, 2012.

Capítulo 26

Análise físico-química do doce de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)

Poliane Batista Santos*¹; Daniela Silva Rodrigues²; Milton Nobel Cano Chauca³; Candido Alves da Costa⁴; Núbia Fernandes Bispo⁵; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira⁶

Resumo

O presente trabalho teve como objetivos desenvolver doce de grão-de-bico utilizando diferentes formulações e avaliar a qualidade físico-química. Para a elaboração do doce de grão-de-bico, a leguminosa foi obtida da fazenda experimental do ICA-UFGM. Foram elaboradas seis formulações (F1, F2, F3, F4, F5 e F6). As análises físico-químicas (pH, Brix, sólidos totais, cinzas, umidade, proteínas e lipídeos) foram realizadas de acordo com método do Instituto Adolf Lutz. Os resultados obtidos para a análise físico-química mostraram que as formulações dos doces de grão-de-bico não apresentaram diferença significativa de pH, sólidos solúveis, umidade, sólidos totais, lipídeos e proteínas, exceto a formulação F5 que apresentou menor valor de pH (5,8). Pode-se concluir que o doce de grão-de-bico resultou em um produto de boa qualidade físico-química e o grão apresenta um bom potencial tecnológico para sua utilização no processamento dos doces.

Palavras-chave: Carboidratos. Cinzas. Lipídeos. Proteínas. Umidade.

Introdução

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma leguminosa com excelente fonte de proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e fibras. Comparando a outras leguminosas, diferencia-se por sua digestibilidade, baixo teor de substâncias antinutricionais, e apresenta melhor disponibilidade de ferro. (CANNIATTI-BRAZACA; SILVA, 2004).

O consumo e produção do grão-de-bico no Brasil ainda é pouco, quando comparado a outras leguminosas como o feijão. O grão-de-bico agrega alto valor nutricional, por isso existe grande

^{1,2,5} Discente, ICA- UFGM, Universidade Federal de Minas Gerais

^{3,4} Professor, ICA- UFGM, Universidade Federal de Minas Gerais

⁶ Técnico de Laboratório em Alimento, ICA- UFGM, Universidade Federal de Minas Gerais

*Autor para correspondência: polianebatista2011@hotmail.com

potencial a ser explorado, a fim de minimizar as deficiências proteicas e minerais da população (FERREIRA, 2006).

De acordo com Tavano (2002), a proteína do grão-de-bico tem sido considerada de melhor valor nutricional entre as leguminosas. A maioria das proteínas encontradas no grão-de-bico é principalmente reserva e é classificada com base em suas propriedades de solubilidade, como albuminas, globulinas e glutelinas. As globulinas representam aproximadamente 70% da proteína total contida nas leguminosas (grão-de-bico, ervilha e lentilhas). As albuminas correspondem a 10-20% da proteína total. Finalmente, as glutelinas estão entre 10 e 20% (ROY; BOYE; SIMPSON, 2010). O grão-de-bico tem um maior teor de gordura do que outras leguminosas. A concentração lipídica total varia entre 2,9-7,4% e 3,4-8,8%, respectivamente. O conteúdo lipídico total no grão-de-bico é composto principalmente de ácidos graxos poli-insaturados (62-67%), ácidos graxos monoinsaturados (19-26%) e gorduras saturadas (12-14%) (WOOD; GRUSAK, 2007).

O grão-de-bico têm sido utilizados na prevenção das dislipidemias, câncer de cólon e osteoporose, além de apresentarem efeitos benéficos no controle da pressão arterial e na regulação glicêmica e do peso corporal (MARTINS; BENTO, 2007).

O Brasil é um país com grande diversidade climática, caracterizando regiões excelentes para o plantio do grão-de-bico, uma excelente substituição para o feijão na culinária, estudos comprovam a diferença nutricional entre as leguminosas, podendo agradar também o paladar de quem não gosta do feijão. Enquanto no Brasil as leguminosas são utilizadas em pratos salgados, em alguns lugares do mundo é usada no preparo de doces, devido as características sensoriais e textura. A indústria alimentícia vem buscando melhoria de processos objetivando a produção de alimentos com qualidade e baixo custo. A produção de doces de grão-de-bico é uma alternativa inovadora, as formulações podem conter alimentos com características funcionais agregando mais valor nutricional ao produto, além de garantir a conservação da matéria-prima, reduz perdas dos alimentos excedentes, aumenta vida útil, garante o consumo fora do período da safra e oportuniza o consumo em regiões não produtoras da leguminosa. A elaboração de doce é simples de baixo custo, sendo fácil agradar as necessidades e gostos dos consumidores, com produtos mais atrativos, benéfico para a saúde, saborosos e digestivos.

Comparando a leguminosa com as demais e analisando os seus benefícios para a população faz-se necessário estimular o consumo, para isso é importante a elaboração de novos produtos utilizando o grão como matéria prima principal. Com esse intuito o presente trabalho teve como objetivo desenvolver doce de grão-de-bico utilizando diferentes formulações avaliando a qualidade físico-química.

Material e métodos

O grão-de-bico *in natura* foi cultivado na Fazenda Experimental do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), *campus* Montes Claros - MG. Foi utilizado para a elaboração do doce de grão-de-bico tipo Kabuli, variedade Aleppo. O trabalho foi desenvolvido no laboratório de Tecnologia de Alimentos (ICA-UFMG).

Para a produção do doce, os grãos passaram pela a etapa de seleção, escolhendo apenas os aptos para consumo, em seguida pesados, lavados e cozidos em panela de pressão. Logo após, os grãos foram triturados, peneirados, adicionado os ingredientes em uma panela de inox e concentrado (em fogo baixo) até atingir a consistência adequada em seguida os doces foram colocados em potes e armazenados para posteriores análises. Na elaboração do doce foram utilizadas seis formulações (F1, F2, F3, F4, F5 e F6) conforme apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Ingredientes utilizados nas formulações do doce de grão-de-bico

Ingredientes	Quantidade de ingredientes					
	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6
Grão-de-bico (g)	250	250	250	250	250	250
Açúcar (g)	125	-	125	125	-	125
Rapadura (g)	-	125	-	-	125	-
Leite (ml)	250	250	-	250	250	250
Água (ml)	250	250	500	250	250	250
Goma xantana (g)	-	-	-	0,50	0,50	-
CMC (g)	-	-	-	-	-	0,50
Canela (g)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: CMC: Carboxi metil celulose

As análises físico-químicas foram seguindo os procedimentos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Foram realizadas as seguintes análises: °Brix (sólidos solúveis) mediante uso de refratômetro ABBE (marca Biobrix), pH utilizando um pH-metro (marca Hanna). A umidade foi determinada gravimetricamente após secagem em estufa a 105°C por 4 horas. A análise de cinza através do forno de mufla 550 °C por 24 horas. As proteínas foram quantificadas pelo método de Kjeldahl. O conteúdo de lipídios foi determinado pelo extrator Soxhle.

O experimento foi conduzido, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis formulações e três repetições. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando a Análise de Variância (ANOVA) e teste Scott-Knott para comparação de médias, ao nível de significância de 5%. O programa utilizado para as análises foi o SISVAR.

Resultados e discussão

Na Tabela 2 verifica-se que não houve diferença significativa entre as formulações em relação pH, Brix, umidade, sólidos totais, Cinzas, Lipídeos e proteínas exceto a formulação F5 que apresentou menor valor de pH, °Brix, umidade e maior teor de sólidos totais. Ao passo que formulação F2 apresentou o mesmo valor de pH que a formulação F5.

Tabela 2 - Resultados da análise físico-química do doce de grão-de-bico

FÍSICO-QUÍMICA							
Formulações	pH	°Brix	%Umidade	%Sólidos Totais	%Cinzas	%Estrato Etéreo	%Proteínas
F1	6,24 a	55,59 a	66,24 a	33,75 b	0,40 a	4,80 a	7,34 a
F2	5,86 b	56,91 a	66,06 a	33,94 b	0,03 a	3,32 a	7,02 a
F3	6,34 a	56,10 a	64,71 a	35,29 b	0,11 a	1,75 a	6,34 a
F4	6,25 a	50,71 a	63,61 a	36,38 b	0,20 a	2,92 a	6,84 a
F5	5,87 b	39,47 b	51,18 b	48,82 a	0,03 a	3,39 a	6,72 a
F6	6,35 a	49,61 a	60,05 a	39,45 b	0,02 a	3,93 a	5,82 a

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas pelas letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.

Os valores de pH encontrados para doce em torno de 6,0 pode ser considerados adequados para o doce uma vez que se trata de uma leguminosa que possui valor de pH próximo a 5,0. Segundo Jackix (1988) a determinação do pH do doce é de suma importância, uma vez que, pH próximo ao neutro favorece o desenvolvimento de microrganismos, além de favorecer reações de escurecimento não enzimático. Valores similares de pH em doces foram relatados por Ribeiro *et al.* (2013), que estudando pH em doces de abóbora com coco encontrou valores de 6,23. Martini (2008), estudando formulações de doces cremosos de mamão *diet*, constatou valores de pH na faixa de 5,60 e 5,75. .

O teor de sólidos solúveis encontrados para o doce está na faixa de 50 a 55 °Brix, exceto pra a formulação F4 e F5 que apresentaram menores valores. Fato quer pode ser explicado devido a que

estas formulação possui goma Xantana o que propício boa consistência em menor tempo de concentração. Estudos feitos por Ribeiro *et al.* (2013), em doces cremosos de abóbora com coco e doce goiaba encontraram valores de 65,08 °Brix e 63,83 °Brix para doce de abobora e goiaba.

A determinação de umidade é um parâmetro de qualidade importante, uma vez que o teor de água presente no alimento pode influenciar na qualidade durante o armazenamento quanto na comercialização do produto. O teor de umidade do doce situa-se na faixa de 51 a 66% sendo a formulação F5 que alcançou menor valor de umidade. Fato que pode ser devido a ingrediente goma xantana. Orsi *et al.* (2017), analisando a composição química do doce feijão encontrou conteúdo de umidade de 43,60%.

Os teores de cinzas encontrados neste trabalho estão de acordo com os esperados uma vez que a legislação brasileira estabelece como para doce valores de cinzas de 2,0 no máximo. De acordo com Demiate, Konkel e Pedroso (2001) valores muito baixos indicam pequena presença de ingredientes.

O teor de lipídeos para o doce pode ser considerados adequados (3,5%). Fato que pode ser devido as leguminosas apresentarem baixo teor de lipídeos. Orsi *et al.* (2017), estudando doce de feijão encontraram teores de lipídeos na faixa de 0,33%, ou seja muito baixo, fazendo com que seja menos calórico. Comparando os doces de diferentes fontes de matéria prima, pode-se considerar que o doce de grão-de-bico é um excelente produto para dietas levando em conta as calorias apresentadas. Torres *et al.* (2000) estudando a composição do doce de leite obtiveram teor de lipídios de 6,88%.

Em relação ao teor proteico todos os doces apresentaram o mesmo teor de proteínas resultando em valores próximos 6,5%. O que pode ser considerado de razoável valor proteico. O fato de que o doce de grão-de-bico apresenta maiores valores de proteína devido sua composição centesimal do grão *in natura* que possui um alto teor de proteína (15%) consequentemente maior valor nutricional. Orsi et al (2017) analisando doce de feijão em massa, relataram valores em torno de 4,02%. Damiani *et al.*, 2011, estudando doce de manga encontraram valores de 1,57%. Valores bem abaixo dos encontrados nesta pesquisa.

Conclusão

A fabricação do doce de grão-de-bico é viável, uma vez que o produto apresenta características de aparência e nutricionais adequadas, o que pode ser incluído na dieta alimentar, além de, contribuir, incentivar o consumo e agregar maior valor ao grão-de-bico

O doce de grão de bico resultou em boa qualidade físico-química apresentando pH, proteínas, lipídeos, sólidos solúveis totais (°Brix) e umidade satisfatórios. Embora os doces de leguminosas

sejam pouco conhecidos pelos brasileiros, o doce de grão-de-bico tem potencial para atrair os consumidores principalmente por seu teor de proteínas.

Referências

- CANNIATTI–BRAZACA, S.G.; SILVA, F.C. da. Enhancers and inhibitors of iron availability in legumes. **Plant Food for Human Nutrition**, v. 58, p. 1-8, 2004.
- DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V.; ASQUIERI, E. R.; LAGE, M. E.; OLIVEIRA, R. A.; SILVA, F. A.; PINTO, D. M.; RODRIGUES, L. J.; SILVA, E. P.; PAULA, N. R. F. Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 3, p. 723-729, 2011.
- DEMIATE, I. M.; KONKEL, F. E.; PEDROSO, R. A. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de doce de leite pastoso - composição química. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.1, p.108 -114, 2001.
- FERREIRA, A. C. P.; BRAZACA, S. G. C.; ARTHUR, V. Alterações químicas e nutricionais do grão-de-bico. **Ciência e Tecnologia Alimentar**, v. 26, n. 1, p. 80-88, 2006.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.
- JACKIX, M.H. **Doces, geléias e frutas em calda**. Campinas: Unicamp, 1988. 172p.
- MARTINI, R. **Formulação de doces cremosos à base de frutas com baixo teor de sólidos solúveis e diferentes edulcorantes**. (2008). 111f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, Piracicaba, 2008.
- MARTINS, J.M.; BENTO, O.P. As leguminosas como alimentos funcionais: o caso das dislipidemias e das doenças cardiovasculares. **Revista de Ciências Agrárias**, v.30, n.1, p.385-399, 2007.
- ORSI, D. C.; NISHI, A. C. F.; CARVALHO, V. S.; ASQUIERI, E. R. Caracterização química, atividade antioxidante e formulação de doces com feijão azuki (*Vigna angularis*). **Braz. J. Food Technol.** Campinas, v. 20, 2017.
- RIBEIRO, K, P.; KATO, T.; BORDONAL, V. C.; SILVA, M. B. R.; OLIVEIRA, A. F.; SEIBEL, F. N. Avaliação da qualidade de doces de frutas agro industriais do norte do Paraná. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.1, p.173-182, 2013
- ROY, F.; BOYE, J. I.; SIMPSON, B. K. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. **Food research international**, v. 43, n. 2, p. 432-442, 2010.
- TAVANO, O. **Avaliação Nutricional de frações protéicas do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) var. IAC Marrocos–Estudo *in vitro* e *in vivo***. Araraquara, 2002, 94 f. 2002. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Faculdade de Ciências Farmacêuticas–UNESP, Araraquara.
- TORRES, E. A. F. S.; CAMPOS, N. C.; DUARTE, M.; GARBELOTTI, M. L.; PHILIPPI, S. T.; RODRIGUES, R. S. M. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 145-150, 2000.
- WOOD, J.A.; GRUSAK, M.A. Nutritional value of chickpea (págs. 121–132). (2007). En: YADAV, S. S.; REDDEN, R.; CHEN, W. y SHARMA, B. (Eds). Chickpea Breeding and Management. CAB International, Wallingford, 101-142.

Capítulo 27

Triagem fitoquímica de extratos de cafés arábica da região Norte de Minas Gerais extraídos a frio

Lívia Alves Barroso*¹; Iara Lopes Lemos²; Pedro Ricardo Martins Lopes da Fonte³; Joyce Maria Gomes da Costa⁴; João Vinícios Wirbitzki da Silveira⁴, Tatiana Nunes Amaral⁴

Resumo

Mundialmente, o café é uma das bebidas mais consumidas, destacando-se algumas substâncias biologicamente ativas, como o ácido clorogênico, a trigonelina e a cafeína. Nos últimos anos o consumo de café e de suas aplicações têm aumentado consideravelmente principalmente por causa do seu aroma específico e sabor amargo característico. O presente trabalho, portanto, teve o objetivo de realizar a triagem fitoquímica qualitativa de extratos de cafés obtidos através da extração a frio. As extrações ocorreram com cafés comerciais torrados de grãos arábica de duas regiões de Minas Gerais (Brasil), a extração ocorreu sob refrigeração (4 °C), então, as amostras foram filtradas a vácuo e os extratos armazenados em frascos de vidro âmbar sob refrigeração (4 °C) até a realização da análise. A prospecção fitoquímica permitiu verificar que o conteúdo de metabólitos secundários dos extratos de cafés extraídos a frio apresentaram bons resultados porém houve diferença entre as amostras, no entanto as presenças de fenóis e taninos, alcaloides e flavonoides foram iguais para ambos os extratos.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Cold brew. Extração a frio. Prospecção fitoquímica.

Introdução

Bebidas de café são uma das bebidas mais populares em todo o mundo, além do *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, conhecido como café arábica e café robusta, respectivamente, são uma das espécies mais famosas de café pertencentes à família *Rubiaceae*. Sendo que a produção do café arábica supera em 50% a produção do café robusta ao redor do mundo. Entre os séculos XX e XXI a produção cafeeira tornou-se a segunda *commodity* mais valiosa exportada pelos países em

¹ Mestranda, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

² Graduanda, Faculdade de Ciências Sociais e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

³ Docente, Escola de Ciências e Tecnologias da Saúde, Universidade Lusófona (Portugal)

⁴ Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

desenvolvimento, além da exportação de café ter sido a principal exportação agrícola para doze países em 2016. Nas últimas décadas o mercado de café quase dobrou sua produção (ANASTOPOULOS *et al.*, 2017).

O café extraído a frio, que não deve ser confundido com o café gelado (que é extraído a quente e servido com adição de gelo) pode ser preparado à temperatura ambiente (20 a 25°C) ou com temperatura de refrigeração (2 a 4°C) durante um período de tempo superior aos métodos tradicionais de extração como por exemplo, filtração e percolação. O café é um processo de extração dependente de variáveis como volume de água, temperatura da água, diâmetro das partículas, porosidade da matriz, rede de poros entre as partículas de moagem de café e tempo de extração. A temperatura influencia de forma significativa a solubilidade aquosa dos compostos, sendo que as diferenças nas temperaturas de preparação podem resultar em composições significativamente diferentes em cafés quentes e em cafés frios. Ademais, os tempos de extrações mais longos do café frio podem afetar a composição final do café extraído (FULLER; RAO, 2017; SHOGHI *et al.*, 2009).

Os testes fitoquímicos são de fundamental importância para identificar as mais diferentes classes de compostos orgânicos presentes em diferentes tipos de extratos. Os compostos fitoquímicos são compostos químicos formados durante o processo metabólico normal das plantas e podem ser agrupados em duas principais categorias, chamadas de constituintes primários, que incluem aminoácidos, açúcares comuns e proteínas, ou de constituintes secundários (alcaloides, flavonoides, taninos, terpenos, saponinas, compostos fenólicos etc.), aos quais já foram associadas atividades antibacteriana, antifúngica e antioxidante (SEYFRIED *et al.*, 2016; SILVA; BIZERRA; FERNANDES, 2018). Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar qualitativamente a presença de compostos fitoquímicos de extratos de café extraído a frio visando sua aplicação na produção de café solúvel liofilizado.

Material e métodos

As análises deste estudo foram realizadas no Laboratório de Matérias-Primas Alimentares da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) campus Diamantina, Minas Gerais. Os cafés utilizados foram cafés comerciais obtidos em grão e já torrados com grau de torra médio escuro. Os grãos de café analisados são de duas regiões do estado de Minas Gerais, Capelinha e Novo Cruzeiro, onde ambos os café são do tipo arábica (*Coffea arabica*).

Extração dos cafés

Os dois cafés comerciais obtidos já torrados foram moídos e peneirados em granulometria de 700 µm para realização da extração que ocorreu a frio com temperatura de refrigeração (4°C). O café moído foi infundido com água destilada fria durante 72 horas sob agitação (500 rpm) e mantido em uma BOD (4°C) durante o experimento. As extrações foram realizadas em triplicata para cada amostra de café. Após a extração, os extratos foram transferidos para tubos falcon (50 mL) e centrifugados a 22500 rpm por 10 min (centrifuga HERMLE Z 2Z 323 K), após a realização da centrifugação o sobrenadante foi filtrado à vácuo e o extrato filtrado foi armazenado refrigerado em frascos âmbar até serem analisados.

Testes de triagem fitoquímica

A triagem fitoquímica foi realizada de forma qualitativa. Os extratos foram sujeitos a caracterização dos principais grupos de substâncias vegetais de interesse sendo esta análise realizada por meio de reações que resultaram no desenvolvimento de coloração (mudança de cor) e/ou formação de precipitado característico. Foram realizadas três repetições para cada um dos seguintes testes: alcaloides, fenóis, flavonoides, saponinas, taninos e açúcar redutor.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos para a triagem fitoquímica dos dois extratos de cafés extraídos a frio estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado da análise qualitativa dos compostos fitoquímicos das amostras de café

Análise/Amostra	Capelinha	Novo Cruzeiro
Açúcar Redutor	-	+
Alcaloides	+	+
Fenóis	+	+
Flavonoides	+	+
Taninos Hidrolisáveis	-	-
Taninos Condensados	+	+
Saponinas	-	+

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: - :Ausência do composto fitoquímico; +: Presença do composto fitoquímico.

A partir dos resultados acima é possível inferir que os extratos de café extraídos a frio obtidos apresentaram algumas diferenças com relação a presença ou ausência dos compostos fitoquímicos analisados e isso pode estar relacionada ao fato das diferenças entre os cafés como região e processo de torra com grau de torrefação diferentes, de modo que o alto grau de torrefação pode ter propiciado a degradação de alguns compostos (DURÁN *et al.*, 2017).

Os açúcares presentes no café tem relação direta na qualidade do café por contribuírem com o sabor adocicado da bebida, característica está de grande apreciação pelos consumidores. Além disso substâncias voláteis, principalmente furanos, são formadas com a combinação de açúcares e proteínas, que são responsáveis, em grande parte, pelo aroma do café. O café em geral contém cerca de 4 – 12% de açúcares, sendo a maioria representada pela sacarose que é um açúcar não redutor. Com relação a ausência de açúcares redutor no café de Capelinha este pode ser corroborado em função da participação destes açúcares nas reações de Maillard com o grupo amino durante o processo de torrefação, ademais a sacarose, durante a torrefação, tende a se degradar com o aumento no grau de torrefação, chegando mesmo a desaparecer dependendo da severidade do processo (SANTOS *et al.*, 2018).

Ambas as amostras apresentaram presença para alcaloides, sendo o alcaloide mais conhecido no café, a cafeína, que a medida que é extraída dos grãos juntamente com outras substâncias orgânicas são os responsáveis pelo aroma característico do café. A torrefação do café tem a capacidade de reduzir a quantidade da cafeína entre 25 e 40%. Além disso os alcaloides (cafeína livre) combinado com o ácido clorogênico tem demonstrado uma variedade de efeitos biológicos positivo para o ser humano, em destaque suas atividades antioxidante, antiinflamatória, antialérgica, anti-hepatotóxica, antiulcerogênica (SILVA *et al.*, 2018).

Os compostos orgânicos fenóis são ácidos, em razão do hidrogênio ionizável ligado ao oxigênio. Os compostos fenólicos apresentam a função de defensores nas plantas e são fitoquímicos bastante estudados devido à sua bioatividade, já que podem propiciar efeitos fisiológicos benéficos ao organismo humano, como neutralizar radicais livres associados a doenças, provocar efeito vasodilatador em virtude do aumento da síntese do óxido nítrico endotelial. Com relação a presença de fenóis as duas amostras apresentaram presença positiva, sendo que uma maior concentração de fenóis é responsável pela maior adstringência da bebida de café (MIITO; BANADDA, 2017; QUIÑONES; MIGUEL; ALEIXANDRE, 2013).

Os flavonoides e os taninos são fitoconstituintes que fazem parte da classe dos compostos de natureza fenólica. São compostos fenólicos encontrados na forma livre nos tecidos vegetais. A ação antioxidante dos flavonoides se dá pela sua capacidade de sequestrar radicais livres. Os flavonoides

possuem a capacidade de doar átomos de hidrogênio, protegendo assim os tecidos das reações provocadas por radicais livres e da peroxidação lipídica. Dessa forma como as duas amostras apresentaram flavonoides demonstrando assim a capacidade antioxidante de ambos os extratos (SAVI *et al.*, 2017).

A presença de saponinas indica tem relação com a capacidade do extrato de formar uma camada de espuma abundante e estável, e apenas o extrato de Novo Cruzeiro apresentou saponinas, que são compostos glicosilados, polares, com propriedade tensoativa. A presença de saponinas indica atividades anti-inflamatórias, larvicida, hipocolesterolemiantes, moluscicida, expectorante e cicatrizante (MACHADO; COSTA, 2019; SILVA; BIZERRA; FERNANDES, 2018).

Conclusão

A prospecção fitoquímica qualitativa permitiu verificar os conteúdos de metabólitos secundários presentes nos extratos de café extraídos a frio demonstrando assim valores positivos para fenóis, flavonoides, taninos condensáveis e alcaloides, com relação aos açúcares redutores e saponinas apenas a amostra de Novo Cruzeiro apresentou resultado positivo, condição está relacionada a diferença de grau de torrefação entre os grãos de cafés que pode ter influenciado na degradação de alguns compostos da amostra de Capelinha.

Em geral, o trabalho apresentou valores positivos para extração realizada a frio demonstrando que o café de Novo Cruzeiro possui maior potencial para aplicação como base na produção de cafés solúveis liofilizados, por ser cafés com qualidades superiores.

Agradecimentos

Agradecemos ao Laboratório de Matérias-Primas Alimentares da UFVJM pela disponibilidade do espaço e utilização do laboratório, equipamentos, reagentes e materiais que auxiliaram na realização dos testes. Agradecemos ainda ao apoio financeiro da Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Minas Gerais FAPEMIG.

Referências

- ANASTOPOULOS, I. *et al.* A review for coffee adsorbents. **Journal of Molecular Liquids**, v. 229, p. 555–565, 2017.
- DURÁN, C. A. A. *et al.* Café: Aspectos Gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 1, p. 107–134, 2017.

- FULLER, M.; RAO, N. Z. The Effect of Time , Roasting Temperature , and Grind Size on Caffeine and Chlorogenic Acid Concentrations in Cold Brew Coffee. **Scientific Reports**, n. September, p. 1–9, 2017.
- MACHADO, R. V.; COSTA, M. B. Prospecção Fitoquímica e Avaliação Biológica das Folhas e Caule de *Melothria fluminensis* Gardner (Cucurbitaceae. **Rev. Virtual Quim.**, v. 11, n. 3, 2019.
- MIITO, G. J.; BANADDA, N. A short review on the potential of coffee husk gasification for sustainable energy in Uganda. **F1000Research**, v. 6, p. 1809, 2017.
- QUIÑONES, M.; MIGUEL, M.; ALEIXANDRE, A. Beneficial effects of polyphenols on cardiovascular disease. **Pharmacological Research**, v. 68, n. 1, p. 125–131, 2013.
- SANTOS, R. A. DOS *et al.* Análises de açúcares e ácidos clorogênicos de cafés colhidos em diferentes estádios de maturação e após o processamento. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, n. 0, 2018.
- SAVI, P. D. R. S. *et al.* Análise de flavonoides totais presentes em algumas frutas e hortaliças convencionais e orgânicas mais consumidas na região Sul do Brasil. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 12, n. 1, p. 275–288, 2017.
- SEYFRIED, M. *et al.* Pectinas de plantas medicinais: características estruturais e atividades imunomoduladoras. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 1, p. 201–214, 2016.
- SHOGHI, E. *et al.* Kinetic and thermodynamic solubility values of some bioactive compounds. **Chemistry and Biodiversity**, v. 6, n. 11, p. 1789–1795, 2009.
- SILVA, C. J. R. S. DA *et al.* Determinação do teor de cafeína em diferentes tipos de cafés. **Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 13, n. 2, p. 477–484, 2018.
- SILVA, F. A.; BIZERRA, A. M. C.; FERNANDES, P. R. D. TESTES FÍTOQUÍMICOS EM EXTRATOS ORGÂNICOS DE *Bixa orellana* L (URUCUM). **Holos**, v. 2, n. 34, p. 484–498, 2018.

Capítulo 28

Avaliação físico química de *cappuccinos* comerciais

Iara Lopes Lemos*¹; Livia Alves Barroso²; Sandra Júnia Monteiro Silva², João Vinícios Wirbitzki da Silveira³; Tatiana Nunes Amaral³

Resumo

A diminuição do tempo disponível para preparação de alimentos concomitante ao fato do café ser uma das bebidas mais consumidas no mundo, impulsiona a indústria de cafés e bebidas derivadas de cafés. Além disso, por apresentar benefícios para saúde, e apesar de apresentar um sabor amargo que não é tão agradável para o paladar de algumas pessoas isso tem influenciado na evolução e crescimento do consumo de *cappuccinos*. O objetivo do trabalho foi avaliar as características físico químicas de *cappuccinos* disponíveis no mercado de Diamantina-MG. Foi realizado análises com relação a atividade de água, solubilidade, sólidos solúveis, pH e cor instrumental. Os resultados obtidos demonstraram que os *cappuccinos* de todas as marcas apresentaram valor de atividade de água inferior a 0,3, que é um bom resultado para um produto seco, além disso todas as amostras apresentaram um bom valor de pH que é próximo da neutralidade o que contribui para ser uma bebida menos adstringente e mais suave. Com relação a solubilidade devido à presença de diferentes ingredientes nas formulações das diferentes marcas de *cappuccino* todas as amostras apresentaram diferença significativa há 5 % de probabilidade e uma baixa solubilidade. Todas as marcas apresentaram valores de luminosidade (L*) médio alto, que pode estar relacionado a presença de leite em pó em sua formulação.

Palavras-chave: Bebida. Café solúvel. Cor instrumental. Solubilidade.

Introdução

O café é mundialmente uma das bebidas mais consumidas, destacando-se algumas substâncias biologicamente ativas, ou seja, que exercem benefícios à saúde humana, como o ácido clorogênico, a trigonelina e a cafeína (ARAÚJO; MANCINI FILHO, 2006). Nos últimos anos o

¹Graduanda, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

²Mestranda, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

³Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

consumo de café solúvel e de suas aplicações têm aumentado consideravelmente principalmente por seus benefícios para a saúde, aroma específico e sabor amargo característico. Recentemente, estudos fitoquímicos mostraram que o consumo de café pode reduzir o risco de diabetes tipo 2, câncer colorretal e doenças cardiovasculares (YANG *et al.*, 2016).

Com a ascensão do mercado de cafés tem sido observada a inserção do café em diferentes setores, como exemplo os extratos de cafés que são utilizadas na confeitaria ou indústria de alimentos, a cafeína que é utilizada como aditivo na indústria de bebidas e os cafés solúveis que são utilizados para produção de preparados a base de café (CRISCUOLI; DRIOLI, 2018). Do mesmo modo com a aceleração do ritmo urbano é cada vez mais evidente a procura dos consumidores por alimentos de fácil preparo, rápidos e nutritivos. Essas mudanças de hábitos alimentares tem contribuído com o consumo de produtos industrializados. Neste contexto, as indústrias observaram uma necessidade em buscar inovações tecnológicas de preparo e aprimoramento do café para torna-lo uma bebida pratica e rápida, o que favoreceu então a produção dos *cappuccinos* (BORTONIO, 2017).

O *cappuccino* é uma bebida italiana preparada com café expresso e leite vaporizado. Já o *cappuccino* em pó é uma opção prática para consumo, contendo, basicamente, leite em pó, açúcar, café em pó e chocolate em pó. Pode ser adicionado outros ingredientes, como canela, espessantes e aromatizantes. De acordo com a legislação brasileira “*cappuccino* é a mistura composta de leite, café e de ingredientes opcionais que, após o preparo com água, resulte em uma bebida de aspecto cremoso e espumante” (BRASIL, 2005). Com isso o propósito deste trabalho foi analisar e comparar as características físico químicas de diferentes marcas de *cappuccinos* comercializados na cidade de Diamantina - MG.

Material e métodos

Para realização do experimento foram utilizados *cappuccinos* comerciais de três marcas distintas (X, Y e Z), os *cappuccinos* analisados foram adquiridos em supermercados da cidade de Diamantina, Minas Gerais. As análises ocorreram no laboratório de Matérias-Primas Alimentares do curso de Engenharia de Alimentos, do Instituto de Ciência e Tecnologia, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). As análises foram realizadas no pó e no *cappuccino* preparado, sendo utilizado 20 gramas da mistura em 100 mL de água destilada para o preparo do *cappuccino* (modo de preparo sugerido pela embalagem).

Análise realizadas nos cappuccinos

No *cappuccino* preparado foram realizadas as análises de sólidos solúveis e pH. A determinação de sólidos solúveis foi realizada por refratometria com o uso de um refratômetro digital (marca Instrutherm modelo RTD-95) com os resultados expressos em °Brix. O pH foi determinado através de leitura direta no *cappuccino* preparado, o equipamento utilizado foi um pHmetro de bancada da marca Metrohm calibrado com soluções tampão (4,00 e 7,00).

No pó foram realizadas as análises de solubilidade, atividade de água e cor instrumental. Para a avaliação da atividade de água das amostras de *cappuccinos* foi utilizado um medidor de atividade de água modelo CX2 (DecagonDevices Inc.). A análise de solubilidade foi realizada de acordo com o método proposto por Cano-Chauca *et al.* (2005) com modificações. Para a análise de solubilidade, 25 mL de água deionizada foi transferida para um béquer e colocada para agitação a 2500 rpm, em um homogeneizador ultraturrax. Em seguida 0,5 g do pó foi adicionado cuidadosamente e a agitação foi mantida por 5 min. A solução foi transferida para um tubo e centrifugada a 2600 rpm por 5 min (centrifuga Thermo Scientific, modelo 37.520, Alemanha). Uma alíquota de 20 mL do sobrenadante foi transferida para uma placa de petri previamente pesada e submetida a secagem em estufa a 105°C por 12 horas. O percentual de solubilidade foi calculado pela diferença de massa entre o sobrenadante seco em relação a quantidade de pó adicionado inicialmente. A avaliação da cor instrumental foi realizada com o uso de um colorímetro Chroma Meters CR-300 (Konica Minolta Sensing Inc.), para o cálculo dos índices de cor, foram estabelecidos o iluminante D65 e o sistema de cor CIELAB.

Análise Estatística

Os dados das análises, realizadas em triplicata, foram avaliados pela análise de variância (ANOVA) e teste de média (Tukey) utilizando o programa Statistica® 7.0, com significância ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Assim como o café solúvel, a qualidade do *cappuccino* pode ser avaliada através de várias análises, entre as quais destacam-se a atividade de água, sólidos solúveis, pH e solubilidade (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados das análises de atividade de água, pH, sólidos solúveis e solubilidade das três diferentes marcas de *cappuccinos* comerciais

Marca	Atividade de água	pH	Sólidos Solúveis (°Brix)	Solubilidade (%)
X	0,31 ^b ± 0,02	6,50 ^b ± 0,04	20,68 ^a ± 0,15	65,21 ^b ± 0,30
Y	0,38 ^a ± 0,01	6,85 ^c ± 0,04	17,89 ^b ± 0,05	60,82 ^c ± 0,27
Z	0,35 ^{ab} ± 0,04	6,73 ^a ± 0,04	21,14 ^a ± 0,17	69,31 ^a ± 0,05

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Dados apresentados como média ± desvio padrão.

A atividade de água, também conhecida como água livre, é um dos fatores que mais interferem no crescimento microbiano e nas reações que podem alterar o alimento, sendo essencial seu conhecimento para definições de processamento, conservação e armazenamento dos alimentos. É importante destacar que valores de atividade de água menores que 0,3 apresentam baixo ou nenhum crescimento microbiano, pois com essa quantidade de água livre dificulta o desenvolvimento dos microrganismos (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), RDC nº 64 em vigência, os valores de atividade de água devem estar abaixo de 0,3 para café solúvel e cappuccinos, no estudo realizado todas as amostras de cappuccino em pó apresentaram atividade de água próximas a 0,3, demonstrando assim baixa tendência à deterioração e desenvolvimento de microrganismos (BRASIL, 2000).

Com relação aos valores encontrados de pH todas as marcas apresentaram diferença significativa entre elas. Porém como todas apresentaram um pH próximo do 7, essa neutralidade acaba conferindo uma maior estabilidade ao produto, protegendo de possíveis hidrólises quando submetido a altas temperaturas. Além disso valores próximos foram encontrados por Reis *et al.* (2012), que desenvolverem *cappuccino* enriquecido com vitaminas e minerais.

No que se refere aos sólidos solúveis, as amostras X e Z, apresentaram o mesmo comportamento, enquanto a amostra Y diferiu significativamente entre elas, essa diferença entre as marcas pode estar relacionado aos ingredientes utilizados para produção do *cappuccino*, sendo que a amostra Y apresentou na sua composição apenas seis ingredientes e utilizou o soro de leite em pó como ingrediente, enquanto que a amostra X utilizou nove e a amostra Z utilizou doze e foi a que apresentou maior quantidade de sólidos solúveis. Brino, Madrona e Terra (2010) obtiveram resultados de sólidos solúveis próximos (20,20°Brix) a marca Y que também utilizou como base o soro de leite.

Além de contribuir no resultado de sólidos solúveis os ingredientes que compõem o *cappuccino* também influenciam na solubilidade do produto, uma vez que o resultado obtido para solubilidade de todas as marcas foi baixo (<70%) e isso pode ter relação direta com a utilização de

cacau em pó na sua formulação, uma vez que o cacau é um ingrediente de baixa solubilidade. Outro fator foi o leite utilizado na preparação (leite em pó integral, desnatado ou soro de leite em pó) que contribui com a solubilidade do produto acabado, ademais a marca Z por ter adicionado na sua formulação a lecitina de soja acabou apresentando maior solubilidade uma vez que a adição de lecitina no produto facilitará sua dispersão em água (MEDEIROS *et al.*, 2014).

Em relação as análises de cor instrumental (Tabela 2), torna-se mais perceptível a influência dos índices de vermelho e amarelo quando estes são avaliados através do índice de saturação (C*) e do ângulo de tonalidade (h*).

Tabela 2 - Resultado da análise de cor instrumental das três diferentes marcas de *cappuccinos* comerciais

Marca	L*	a*	b*	C*	h*
X	67,70 ^b ± 0,06	4,23 ^c ± 0,02	11,40 ^b ± 0,07	12,17 ^b ± 0,07	69,56 ^b ± 0,03
Y	69,10 ^a ± 0,02	5,16 ^b ± 0,12	14,75 ^a ± 0,14	15,53 ^a ± 0,17	70,59 ^a ± 0,24
Z	68,02 ^b ± 0,22	5,63 ^a ± 0,01	12,28 ^b ± 0,01	15,79 ^a ± 0,01	69,11 ^c ± 0,03

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Dados apresentados como média ± desvio padrão.

O colorímetro é capaz de fornecer três variáveis, sendo o valor de L*, situado no eixo vertical do diagrama, e responsável por medir a luminosidade ou a porcentagem de refletância, variando de 0 (preto) para 100 (branco). Os valores obtidos para as amostras de *cappuccino* apresentaram uma luminosidade média alta e este fator pode estar relacionado a alta luminosidade do leite em pó. O valor de a*, está situado no eixo horizontal, representa a variação entre a cor vermelha a verde. O valor de b* mede a variação entre o amarelo e o azul (CONTADO, 2009). Com relação aos *cappuccinos* analisados estes apresentaram baixos valores de saturação (C*) e maior valor de tonalidade (h*) indicando que esse produto apresentou tonalidade tendendo para vermelho amarronzado e com menor saturação (mais próximo do centro do sólido de cor), o que já era esperado devido as características de cor da base do *cappuccino* que é o café solúvel.

Além disso, foi possível constatar que com relação ao parâmetro b* a marca Y diferiu significativamente ao nível de 5% de probabilidade das marcas X e Z, isso é justificado pois a marca Y que possuía a adição de soro na sua formulação apresentou-se uma tendência a coloração amarela do soro e com isso uma maior participação da tonalidade amarela, contrariamente as outras marcas que na sua composição possuíam leite em pó integral e/ou desnatado.

Conclusão

Diante dos resultados obtidos percebe-se que os *cappuccinos* analisados estão dentro das normas exigidas pela ANVISA em relação a atividade de água. A quantidade de sólidos solúveis teve diferença significativa entre as amostras e isso é justificado pela diferença entre as formulações de cada marca. Com relação a solubilidade todas as marcas apresentaram diferença significativa entre elas à nível de 5% onde os resultados encontrados corresponderam a baixos valores (<70%), o que é justificado pois nas formulações das marcas há presença de diferentes ingredientes que podem prejudicar um pouco essa solubilidade como por exemplo a utilização de cacau em pó e soro de leite em pó.

Todas as marcas de *cappuccino* apresentaram uma luminosidade média alta devido à presença na formulação de leite em pó que possui uma alta luminosidade. Com relação a cor instrumental analisada a marca Y que possuía a adição de soro na sua formulação apresentou-se uma maior tendência a coloração amarela e uma diferença significativa entre as outras marcas analisadas.

Agradecimentos

Agradecemos ao curso de Engenharia de Alimentos da UFVJM pela disponibilidade do espaço e utilização dos equipamentos, reagentes e materiais que auxiliaram na realização dos testes. Agradecemos ainda ao apoio financeiro da Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Minas Gerais FAPEMIG.

Referências

- ARAÚJO, F.A.; MANCINI-FILHO, J. Compostos bioativos do café e seus benefícios à saúde. **Revista Higiene Alimentar**, v.20, p.60-65, 2006.
- BORTONIO, A. L. S. C. **Comércio e Consumo: Análise de franquias de fast food em Uberlândia – MG**. 2017. 184 f. Dissertação: Mestrado em Geografia – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 64, de 07 de julho de 2000. **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Mistura Para o Preparo de Cappuccino**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, 10 jul. 2000.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2005). Aprova o "**Regulamento técnico para misturas para o preparo de alimentos e alimentos prontos para o consumo**" (Resolução RDC nº 273, de 22 de setembro de 2005). Diário Oficial da União.
- BRINO, L.C; MADRONA, G.S.; TERRA, C.O. Substituição do leite em pó pelo soro de leite em pó na produção de cappuccino. **Revista de Agronegócios e Meio Ambiente**, v.3, n.2, p. 147-156, 2010.

- CANO-CHAUCA, M. *et al.* Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 6, p. 420-428. 2005.
- CRISCUOLI, A.; DRIOLI, E. Vacuum membrane distillation for the treatment of coffee products. **Separation and Purification Technology**, 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.09.058>.
- CONTADO, E. W. N. F. **Obtenção, caracterização e utilização dos frutanos de tubérculos do yacon (*Smallanthus sonchifolia*)**. 2009. 144 f. Tese (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A, 2010.
- MEDEIROS, K. C. *et al.* Qualidade de leite em pó integral comercializados em Pombal – PB. **Revista Verde**, Pombal - PB - Brasil, v. 9, n. 4, p. 50 - 52, out-dez, 2014.
- REIS, M, E. *et al.* Enriquecimento de cappuccino com vitaminas e minerais visando a elaboração de um produto destinado a consumidores de dietas especiais. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 6., 2012, Jaguariúna. **Anais Jaguariúna: CIIC**, 2012. P. 1-10.
- YANG, N. *et al.* Determination of volatile marker compounds of common coffee roast defects. **Food Chemistry**, 211, 206–214, 2016.

Capítulo 29

Triagem fitoquímica de chás de folha de amora (*Morus nigra* L.)

Iara Lopes Lemos*¹; Lívia Alves Barroso²; Maurício Soares Barbosa³; Harriman Aley Morais⁴

Resumo

O chá de folha de amora tem ganhado cada vez mais destaque devido as altas concentrações de compostos capazes de desativar os radicais livres e também pelo seus efeitos benéficos a saúde. Com isso o presente trabalho, teve como objetivo realizar a triagem fitoquímica de chá de folha de amora. Na triagem fitoquímica, realizaram-se testes convencionais para verificar a presença de metabólitos secundários. Três gramas do chá foram colocados em Erlenmeyer, sendo adicionados 200 mL de água destilada em ebulição (96°C), em seguida cada amostra foi vedada e mantida em banho-maria, permanecendo em infusão por três minutos. Então, as amostras foram filtradas em papel de filtro qualitativo e os extratos armazenados em frascos de vidro âmbar sob refrigeração (5°C), até o momento das análises. Com relação aos resultados dos testes realizados foram considerados positivos por reações de precipitações, coloração, formação de espuma onde as duas amostras (A e B) apresentaram presença de aminoácidos, fenóis e taninos condensados e ausência de açúcar redutor, alcaloides, esteroides, triterpenoides, taninos hidrolisáveis e saponinas. A presença de fenóis está diretamente relacionada a adstringência do chá, quanto maior a concentração maior a adstringência.

Palavras-chave: Aminoácidos; Chá de amora; Fenóis; Prospecção fitoquímica.

Introdução

O consumidor de alimentos está cada vez mais exigente, procurando por alimentos com maior qualidade e valor nutritivo. Essas mudanças ao longo dos anos tem incentivado as indústrias alimentícias a competirem pela obtenção de produtos que atendam às exigências cada vez maiores dos consumidores, oferecendo bons preços e melhoria de qualidade. O que remete há uma demanda crescente de ingredientes que tenham, além de suas propriedades nutricionais, funções fisiológicas,

¹Graduanda, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

²Mestranda, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

³Técnico Administrativo, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

⁴Docente, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

funcionais e tecnológicas, os quais possam ser consumidos numa dieta habitual, mas que não sejam substitutos da alimentação comum e que, além disso, tragam efeitos benéficos à saúde (MATSUURA; ROLIM, 2002).

Nesse contexto, estudos indicam que o alto consumo de produtos vegetais contribuem na redução de aterosclerose, doenças degenerativas e alguns tipos de câncer, pois as frutas são ricas fontes naturais de minerais, vitaminas, compostos fenólicos e carboidratos solúveis. Além disso seu consumo é recomendado por serem excelentes fontes de compostos antioxidantes. Acredita-se que a suplementação da dieta com folhas de amora, contendo altas concentrações de compostos capazes de desativar radicais livres, tenha também efeitos benéficos (GRANADA *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2010).

Os fitoquímicos são compostos químicos formados durante o processo metabólico normal das plantas e podem ser agrupados em duas principais categorias, chamadas de constituintes primários, que incluem aminoácidos, açúcares comuns e proteínas, ou de constituintes secundários (alcaloides, flavonoides, taninos, terpenos, saponinas, compostos fenólicos, etc.), aos quais já foram associadas atividades antibacteriana, antifúngica e antioxidante (HUSSAIN *et al.*, 2011). Desta maneira, a caracterização de extratos de plantas é necessária para obtermos informações que nos permitam realizar estudos relacionando a estrutura de compostos fitoquímicos versus atividade biológica. O modo de ação dos extratos também pode ser mais bem investigado se seus ingredientes ativos forem caracterizados (EGWAIKHIDE *et al.*, 2007). Com isso, o objetivo do presente trabalho foi realizar um estudo fitoquímico do chá de folha de amora desidratada, visando sua utilização como ingrediente alimentício.

Material e métodos

Preparação do Chá

O chá foi adquirido em um supermercados das cidades de Diamantina-MG (Amostra A) e Rio Vermelho-MG (Amostra B), na forma desidratada e dentro do prazo de validade estabelecido pelo fabricante.

A extração dos compostos hidrossolúveis do chá de folha de amora foi efetuada por infusão a quente, seguindo-se as recomendações de preparo descrita na embalagem. Basicamente, três gramas da erva foram colocados em Erlenmeyer, sendo adicionados 200 mL de água destilada em ebulição (98°C). A seguir a amostra foi vedada e mantida em banho-maria, permanecendo em infusão por três

minutos. Em seguida a mesma foi filtrada em papel de filtro qualitativo e o extrato armazenado em frasco de vidro âmbar sob refrigeração (5°C), até o momento das análises.

Testes de triagem fitoquímica

A triagem fitoquímica foi realizada seguindo os métodos colorimétricos descritos por Goyal *et al.* (2010) para a observação de taninos, saponinas, alcaloides, açúcar redutor, aminoácidos, esteroides, triterpenoides e fenóis.

Para a realização do teste de açúcar redutor alíquotas de 1,0 mL dos extratos obtidos foram misturadas com iguais volumes dos reagentes A e B de Fehling e aquecidas em banho-maria, e então foi verificado a formação de um precipitado de coloração vermelha. Em relação ao teste de aminoácidos foi aquecido 2,0 mL dos extratos com igual volume de solução alcoólica de ninhidrina a 0,2 g%, e foi verificado o aparecimento de coloração violeta que sugere a presença de aminoácidos e proteínas.

Para realização do teste de alcaloides seguiu-se a metodologia de Denny *et al.* (2007). Com relação a análise de esteroides e triterpenoides foi misturado 2,0 mL de anidrido acético com 0,5 mL de cada extrato e agitado suavemente. Juntou-se cuidadosamente três gotas de ácido sulfúrico concentrado e tornou-se a agitar suavemente e observou se houve desenvolvimento de cores, onde a coloração azul evanescente seguida de verde permanente é indicativo da presença de esteroides livres e a coloração parda até vermelha indica a presença de triterpenoides pentacíclicos livres.

Para o teste de fenóis e taninos foi misturado 2,0 mL do extrato com três gotas de solução alcoólica de cloreto férrico a 2 g% (p/v), agitou-se bem e observou a variação da cor ou formação de precipitado, a coloração variável entre o azul e o vermelho é indicativo da presença de fenóis. Precipitado escuro de tonalidade azul indica a presença de taninos pirogálicos (taninos hidrolisáveis) e verde para a presença de taninos flobabênicos (taninos condensados ou catéquicos).

Enquanto que para o teste de saponinas foi misturado 10 mL de água destilada com 2,0 mL dos extratos, e a solução foi vigorosamente agitada e aquecida em banho-maria até a ebulição, onde é analisado se ocorreu formação de espuma persistente e abundante como indicativo da presença de saponinas (heterosídeos saponínicos).

Resultados e discussão

Os resultados obtidos para a triagem fitoquímica dos dois chás de folha de amora estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado da análise qualitativa dos compostos fotoquímicos das amostras de chá de folha de amora

Composto/Amostra	Amostra A	Amostra B
Açúcar Redutor	-	-
Aminoácido	+	+
Alcaloides	-	-
Esteroides	-	-
Triterpenoides	-	-
Fenóis	+	+
Taninos Hidrolisáveis	-	-
Taninos Condensados	+	+
Saponinas	-	-

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: Amostra A: Chá de Folha de Amora de Diamantina - MG; Amostra B: Chá de Folha de Amora de Rio Vermelho - MG. - :Ausência do composto fotoquímico; +: Presença do composto fotoquímico.

De acordo com a literatura, as espécies de origem vegetal podem sintetizar uma variedade de metabólitos que são classificadas em grupos de acordo com sua função. Os metabólitos primários são essenciais para crescimento, desenvolvimento e garantia da sobrevivência da planta em seu *habitat* e os metabólitos secundários são usados para sua defesa (MIRANDA *et al.*, 2013). Muitos desses metabólitos secundários presentes nas plantas são substâncias nitrogenadas, biossintetizados a partir de aminoácidos. Entre eles estão inclusos os alcaloides, os glicosídeos cianogênicos e os glicosinolatos (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A partir dos resultados acima é possível inferir que os extratos de chá de folha de amora de ambas as amostras apresentaram presença de aminoácidos, fenóis e taninos condensados e ausência de açúcar redutor, alcaloides, esteroides, triterpenoides, taninos hidrolisáveis e saponinas.

Com relação a presença de fenóis as duas amostras apresentaram presença positiva, sendo os fenóis diretamente relacionados com a adstringência do chá, quanto maior a concentração do fenol maior será a adstringência do chá (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Os taninos possuem a capacidade de se ligar às proteínas, geralmente de forma irreversível, formando precipitados. Essas substâncias estão envolvidas no papel de proteger a planta contra

ataques de herbívoros invertebrados e vertebrados, pois têm como características o sabor adstringente e de difícil digestão, já que as enzimas digestivas não conseguem metabolizar esses precipitados (CÂNDIDO, 2007; SILVA, 2007).

Conclusão

A prospecção fitoquímica permitiu verificar que o conteúdo de metabólitos secundários do chá de folha de amora apresentou valores positivos para aminoácidos, fenóis e taninos, no entanto, faz-se necessário em um trabalho posterior verificar a quantidade desses metabólitos positivos, além também de analisar a atividade antioxidante e antimicrobiana para então aplicar tecnologicamente este chá de folha de amora como base de ingrediente na incorporação de produtos alimentares.

Agradecimentos

Agradecemos ao Laboratório de Biofísica da UFVJM pela disponibilidade do espaço e utilização do laboratório, equipamentos, reagentes e materiais que auxiliaram na realização dos testes. Agradecemos ainda ao apoio financeiro da Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Minas Gerais FAPEMIG.

Referências

- CÂNDIDO, A. C. da S. **Potencial alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Leguminosae, Caesalpinioideae): bioensaios em laboratório e casa de vegetação.** 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2007.
- DENNY, C. *et al.* Atividade antiproliferativa dos extratos e da fração orgânica obtidos das folhas de *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae). **Rev. Bras. Farmacogn.**, vol.17, n.4, pp.598-603, 2007.
- EGWAIKHIDE, P. A.; OKENIYL, S. O.; GIMBA, C. E. Screening for anti-microbial activity and phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. **Advanced in Biological Research**, v. 1, n. 5-6, p. 155-158, 2007.
- GOYAL, A. K. *et al.* Evaluation of the DPPH radical scavenging activity, total phenols and antioxidant activities in Indian wild *Bambusa vulgaris* “Vittata” methanolic leaf extract. **Journal of Natural Pharmaceuticals**, v. 1, n. 1, p. 40-45, 2010.
- GRANADA, G. G. *et al.* Produção, mercado e subprodutos. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 405-422, jul./dez. 2004.
- HUSSAIN, I. *et al.* Phytochemicals screening and antimicrobial activities of selected medicinal plants of Khyberpakhtunkhwa Pakistan. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 5, n. 6, p. 746-750, 2011.

MATSUURA, F. C. A. U.; ROLIM, R. B. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um “blend” com alto teor de vitamina C. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 138-141, abril, 2002.

MIRANDA, G. S. *et al.* Atividade antibacteriana in vitro de quatro espécies vegetais em diferentes graduações alcoólicas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, n.1, p.104-111, 2013.

OLIVEIRA, K. A. M. *et al.* Atividade antimicrobiana e quantificação de Flavonoides e Fenóis totais em diferentes extratos de Própolis. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 211-222, 2012.

SILVA, W. A. **Potencial alelopático de extratos do cumaru (*Amburana cearenses* A.C. Smith) e da jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir) na germinação e crescimento do sorgo (*Sorghum bicolor* L.), milho (*Zea mays* L) e feijão guandu (*Cajanus cajan* L.).** 2007. 62 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrosilvipastoril)-Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2007.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANTA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre, Artmed., 719p, 2009.

Capítulo 30

Aceitação sensorial de biscoito salgado com reduzido teor de sódio

Cirila Ionara Almeida Araújo^{1*}; Laudiane Justo Sant'Anna¹; Eduardo da Silva Moreira², Matheus Custódio de Paula²; Suzana Maria Della Lucia³; Tarcísio Lima Filho³

Resumo

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a hipertensão é a responsável pela maioria das mortes por doenças cardiovasculares, sendo um problema de saúde pública mundial. Vários fatores podem ser responsáveis pela hipertensão, um deles é o consumo excessivo de sódio. Para os alimentos industrializados, o desafio é conseguir reduzir o teor de sódio sem afetar a boa aceitação sensorial, a estabilidade e a textura do alimento. Neste contexto, avaliou-se a aceitação sensorial dos consumidores por biscoitos salgado com reduções no teor de sódio (2,68%; 2,01%; 1,34%; 0,67% e 0% m/m de sódio), sempre comparando com amostra de biscoito com teor de sódio similar aos biscoitos comerciais (2,7% de sódio m/m). Constatou-se que ocorreu diferença significativa da aceitação sensorial das amostras em todas as sessões, ou seja, em todas as sessões o biscoito com teor de sódio similar aos produtos comerciais diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) do biscoito com reduzido teor de sódio. Constatou-se que o biscoito sem adição de sódio foi o único a ser menos aceito que o biscoito com teor de sódio similar ao comercial, todos os demais biscoitos obtiveram maior aceitação sensorial que o biscoito controle ($p < 0,05$). Evidenciando que é possível reduzir o teor de sódio dos biscoitos salgado e ainda ter boa aceitação sensorial das amostras.

Palavras-chave: redução de sal, panificados, cloreto de sódio.

Introdução

O consumo excessivo de sódio pode acarretar em aumento da pressão arterial, resultando em maiores riscos de doenças cardiovasculares, como acidente vascular cerebral e ataque cardíaco (MOZAFFARIAN *et al.*, 2014). O sal de cozinha (cloreto de sódio, contém aproximadamente 39%

¹ Mestranda, Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Espírito Santo

² Graduando do Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Espírito Santo

³ Professor, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Espírito Santo

*Autor para correspondência: ionaracirila@yahoo.com.br

de sódio) é a fonte primária de sódio na alimentação. A OMS recomenda que a ingestão diária de sódio não ultrapasse 2 g para indivíduos adultos, ou seja, 5 g de sal (OMS, 2013). Entretanto, o consumo de sal pela população é cerca de duas vezes maior que o recomendado (9 g a 12 g). Diante deste contexto, países membros da OMS concordaram em reduzir, até 2025, 30% da ingestão de sal pela população global, com o objetivo de alcançar uma meta de ingestão menor que 5 g de sal por dia. Estima-se que 2,5 milhões de mortes podem ser evitadas todos os anos se o consumo global de sal for reduzido para o nível recomendado (OMS, 2016).

A partir de 2011, o Ministério da Saúde do Brasil e diversas associações de indústrias de alimentos (ABIA, ABIMA, ABITRIGO, ABIPECS, entre outras) assinaram vários acordos estabelecendo metas para redução gradativa de sódio de diversos alimentos industrializados (BRASIL, 2011). O objetivo é que a ingestão de sal de cozinha seja de até 5 gramas por dia até o ano 2020, como sugerido pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2013).

O consumo elevado de sódio está relacionado ao consumo de alimentos processados como carnes processadas, biscoitos e pratos prontos para consumo (ZANDSTRA; LION; NEWSON, 2016). O biscoito tipo salgado, por exemplo, possui elevada concentração de sódio e é um alimento muito consumido no mundo, devido à sua praticidade e sabor, resultando no aumento do consumo de sódio pela população (BRASIL, 2011). Reduzindo a concentração de sódio desses alimentos, o consumo de sódio pela população diminuiria e, conseqüentemente, menor seria a incidência de doenças cardiovasculares. Em termos de alimentos comerciais, o desafio é conseguir reduções no teor de sódio sem afetar a boa aceitação sensorial, a estabilidade e a textura do alimento; para, assim, garantir que os consumidores continuem gostando (ou mesmo prefiram) desses produtos reformulados e as indústrias não tenham suas vendas afetadas. Diversos estudos têm sido realizados para investigar o impacto da redução de sódio na aceitação sensorial e na escolha do consumidor (ANTÚNEZ *et al.*, 2019; PASQUALONE *et al.*, 2019).

Estratégias devem ser propostas com o intuito de permitir a redução de sódio dos alimentos sem ocorrer alterações sensoriais que resultem em menor aceitação pelo produto. Nesse contexto, objetiva-se avaliar a aceitação sensorial dos consumidores por biscoitos tipo salgado com reduções no teor de sódio, sempre comparando com amostra de biscoito com teor de sódio similar aos biscoitos comerciais.

Material e métodos

Este projeto foi avaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Espírito Santo, sob número de parecer sob número de parecer 3.092.889.

A elaboração dos biscoitos foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo/CCAUE-UFES, em Alegre/ES. Todos os ingredientes utilizados na produção dos biscoitos serão adquiridos do comércio local da cidade Alegre/ES e em lojas especializadas em produtos panificados.

As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo/CCAUE-UFES, em Alegre/ES, em cabines individuais e sob a luz branca.

Formulação dos biscoitos

A formulação do biscoito foi realizada de acordo metodologia adaptada Davidson (2018). Com 100g de farinha de trigo (Boa Sorte®), 2,85g de açúcar cristal (Paineiras®), 2,00g de açúcar invertido (Art Alimentos®), 6,02g de extrato de malte (Art Alimentos®), 11,66g de óleo de soja (Soya®), 0,20g de lecitina de soja (Art Alimentos®), 4g de fermento químico (Pó Royal®), 0,01g de enzima protease (Bio lab®), 30mL de água e sal (Globo®) variou entre as amostras.

Elaboração dos biscoitos

O teor de sódio da amostra controle foi similar aos dos biscoitos comerciais, para isso, calculou-se a média aritmética do teor de sódio informado no rótulo de oito marcas de biscoito salgado comercializados no Brasil, obtendo-se o valor de 2,7% de sódio (m/m). A partir desse valor, reduziu-se o teor de sódio para o preparo das outras amostras em estudo (2,68%; 2,01%; 1,34%; 0,67% e 0% m/m de sódio).

Os biscoitos serão preparados conforme metodologia Davidson (2018). Inicialmente realizou-se a mistura dos ingredientes secos (farinha, açúcar, lecitina de soja, extrato de malte e enzima) por 2 minutos, exceto fermentos e o sal; em seguida foram adicionados os ingredientes líquidos (óleo de soja, açúcar invertido e parte da água) e misturados por 5 minutos. A massa foi processada em misturadora (Arke, MMX 5X1). Após a segunda mistura, adicionou-se os fermentos químicos e em segundo momento o sal dissolvido em água, o que permitiu maior homogeneização do sal na massa.

Depois da adição do sal, a massa foi misturada por mais 3 minutos; posteriormente levada a fermentação por 2,5 horas em estufa a 35° C. Seguido de laminação em Laminador (Arke, modelo MMX5X1). Os biscoitos foram modelados manualmente utilizando um molde quadrado com lado de 3 cm e assados em forno com convecção de ar (Prática Technipan, modelo MINICONV VP) à 180° C por, aproximadamente, 6 minutos. Posteriormente, os biscoitos foram resfriados em temperatura ambiente e armazenados em sacos plásticos vedados até o momento das análises.

Consumidores

As análises foram realizadas por 49 mulheres e 35 homens (n = 84), com idade entre 18 e 44 anos. Todos são consumidores de biscoito salgado, recrutados entre alunos e funcionários da UFES e moradores de Alegre – ES.

Análise sensorial

Os consumidores realizaram 5 sessões de teste de aceitação. Em cada sessão de teste de aceitação foram servidas duas amostras, uma amostra controle, com teor de sódio similar aos biscoitos comerciais (2,7% de sódio m/m), e uma amostra com reduzido teor de sódio (2,68%; 2,01%; 1,34%; 0,67% e 0% m/m de sódio). As amostras foram apresentadas codificadas com números de três dígitos, em ordem decrescente de concentração de sódio, entre os pares, e de forma aleatória, dentro de cada par.

Os consumidores deveriam provar as amostras e informar o quanto gostaram ou desgostaram de cada biscoito, por meio de ficha com escala hedônica verbal de 9 pontos (variando de 1 = “desgostei extremamente” até 9 = “gostei extremamente”). Entre as avaliações, os consumidores foram orientados em tomar um pouco de água e aguardar 5 minutos.

Para análise dos resultados e verificar a ocorrência de diferença significativa entre a amostra controle e cada amostra com redução do teor de sódio, nos dados de cada sessão de teste de aceitação, foi realizado teste t para amostra pareadas (Nota hedônica da amostra controle - nota hedônica da amostra com redução de sódio), ao nível de 5% de significância. Dessa forma, pretendeu-se verificar a partir de qual concentração passa a ocorrer diferença significativa entre as amostras quanto à aceitação.

Resultados e discussão

Constatou-se que ocorreu diferença significativa na aceitação sensorial das amostras em todas as sessões, ou seja, em todas as sessões o biscoito com teor de sódio similar aos produtos comerciais diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) do biscoito com reduzido teor de sódio (Tabela 1). Verificou-se que, nas quatro primeiras sessões, os consumidores demonstraram maior aceitação sensorial pela amostra com redução de sódio do que pela amostra controle. Evidenciando que é possível reduzir o teor de sódio dos biscoitos tipo salgado e ainda ter boa aceitação sensorial das amostras.

Tabela 1 – Médias hedônicas e valor p do teste t para amostras pareadas.

Sessão	Teor de sódio das amostras		Média hedônica		Valor P
	Controle	Estímulo	Controle	Estímulo	
Sessão 1	2,70%	2,68%	6,27	7,04	<0,001
Sessão 2	2,70%	2,01%	6,24	7,45	<0,001
Sessão 3	2,70 %	1,34%	6,16	7,56	<0,001
Sessão 4	2,70%	0,67%	5,42	6,93	<0,001
Sessão 5	2,70%	0,00%	5,98	5,18	<0,05

Fonte: Dos autores, 2019.

As médias hedônicas das amostras com 2,68%, 2,01% e 1,34% ficaram entre os termos hedônicos “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Enquanto que, nas primeiras três sessões de teste de aceitação, a média hedônica da amostra controle (com 2,7% de sódio) ficou entre o termo hedônico “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Esses resultados demonstram que, apesar dessas amostras terem aceitação sensorial, os biscoitos com redução de sódio foram mais aceitos pelos consumidores do que o biscoito com teor de sódio similar ao comercial. Existem possíveis explicações para esses resultados: a indústria pode estar utilizando teor de sódio superior ao ideal para elaboração de biscoito tipo salgado; ou a informação nutricional presente nos rótulos dos alimentos possuem erros e estão informando teores de sódio superiores aos realmente utilizados pela indústria; alguns tipos de biscoitos salgados costumam ter sal na massa e na parte superior por aspersão após o assamento, o que contribui para uma maior teor de sódio e, o gosto salgado é mascarado pelo alto teor de açúcar na formulação. No preparo dos biscoitos do presente estudo, foi utilizado menor quantidade de açúcar que o utilizado pela maioria das indústrias do setor.

Vários estudos comprovam que as informações descritas nos rótulos nem sempre são as que realmente compõem o alimento, Lobanco *et al.*, (2009) investigaram rótulos de 153 alimentos

comercializados em São Paulo, e encontrou quantidade superior ao informado para o valor energético, quantidade de gorduras e de sódio. Passos *et al.* (2013) avaliaram a composição centesimal e mineral de 21 tipos de biscoitos, dos quais, 16 apresentaram diferenças superiores a 20% entre os resultados das análises e o valor declarado no rótulo, nos teores de gordura, proteína, fibra, cálcio e sódio. Essas diferenças comprovam que as informações descritas nos rótulos dos biscoitos comercializados no Brasil, quanto à concentração de sódio, nem sempre estão corretas.

Vázquez, Curia e Hough (2009) encontraram notas hedônicas médias de 7,9 e 7,8 para amostras de biscoito com teor de sal convencional e com 50% menos sal, respectivamente, ou seja, não diferindo estatisticamente quanto à aceitação. Boobier, Baker e Davies (2006) desenvolveram um biscoito com adição de vitaminas e fibras e reduziu a quantidade de sal e açúcar, não foi encontrada diferença significativa entre o produto tradicional e o modificado para os atributos de sabor e consistência ($P > 0,05$). Evidenciando, novamente, a possibilidade de redução de sódio dos alimentos sem afetar aceitação sensorial.

De todos os teores de sódio analisados, o biscoito com 2,7% de sódio só apresentou maior aceitação sensorial ($p < 0,05$) quando comparado ao biscoito sem sódio.

Resultados como esses, demonstram que a indústria pode reduzir o teor de sódio dos seus produtos, uma vez que a redução até determinada concentração, não irá influenciar na aceitação dos consumidores e não irá afetar as suas vendas. Com essa redução de sódio, maior será a oferta de alimentos mais saudáveis, e, conseqüentemente, a logo prazo, menor tende a ser o risco de doenças, levando à menor incidência de mortes devido às doenças cardiovasculares, como o acidente vascular cerebral e o ataque cardíaco. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 2,5 milhões de mortes podem ser evitadas todos os anos se o consumo global de sal for reduzido para o nível recomendado, poupando assim bilhões de dólares dos sistemas de saúde do mundo (OMS,2016).

Conclusão

Diante do exposto, conclui-se, que é possível reduzir o teor de sódio de biscoito salgado sem afetar aceitação dos consumidores. Esses resultados corroboram com as políticas de redução de sódio, e se forem aplicados pela indústria contribuirá com a saúde da população, podendo reduzir o risco de morte por doenças cardiovasculares a longo prazo.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo - FAPES, pelo financiamento do projeto e à Universidade Federal do Espírito Santo, pelo apoio tecnológico.

Referências

- ANTÚNEZ, L., GIMÉNEZ, A., ALCAIRE, F., VIDAL, L., & ARES, G. Consumers' heterogeneity towards salt reduction: Insights from a case study with white rice. **Food Research International**, v.121, p. 48-56, 2019.
- BOOBIER, W. J.; BAKER, J. S.; DAVIS, B. Development of a healthy biscuit: an alternative approach to biscuit manufacture. **Nutrition Journal**, 2006. Disponível em: <https://nutritionj.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2891-5-7> Acesso em: 29 de maio de 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde (2011). Termo de compromisso nº 34 e nº 35, de 13 de novembro de 2011. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 26 dez. 2011. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/termo_5_dez_2011.pdf. Acesso em: 29 de maio 2019.
- DAVIDSON, I. **Biscuit, Cookie and Cracker Productions**. Elsevier Inc., 2018. p. 244.
- LOBANCO, C. M.; VEDOVATO, G. M.; CANO, C. B.; BASTOS, D. H. M. Fidedignidade de rótulos de alimentos comercializados no município de São Paulo, SP. **Revista Saúde Pública**. v. 43. n. 3, p. 499-505, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v43n3/316.pdf> Acesso em: 29 de maio de 2019.
- MOZAFFARIAN, D.; FAHIMI, S.; SINGH, G. M.; MICHA, R.; KHATIBZADEH, S.; ENGELL, R. E.; LIM, S.; DANAEI, G.; EZZATI, M.; POWLES, J. Global burden of diseases nutrition and chronic diseases expert group. Global sodium consumption and death from cardiovascular causes. **The New England Journal of Medicine**, v. 371, n. 7, p. 624–634, 2014.
- OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (2013). WHO issues new guidance on dietary salt and potassium. Disponível em: http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2013/salt_potassium_20130131/en/. Acesso em: 30 de maio de 2019.
- OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. (2016). New initiative launched to tackle cardiovascular disease, the world's number one killer. Disponível em: https://www.who.int/cardiovascular_diseases/global-hearts/Global_hearts_initiative/en/. Acesso em: 20 fev. 2019.
- PASQUALONE, A.; CAPONIO, F., PAGANI, M. A., SUMMO, C., & PARADISO, V. M. (2019). Effect of salt reduction on quality and acceptability of durum wheat bread. **Food Chemistry**, v. 289, p. 575-581, 2019.
- PASSOS, M. E. A.; MOREIRA, C. F. F.; PACHECO, M. T. P.; TAKASE, I.; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA, V. L. Proximate and mineral composition of industrialized biscuits. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 2, p. 323-331, 2013.
- VÁZQUEZ, M. B.; CURIA, A.; HOUGH, G. Sensory descriptive analysis, sensory acceptability and expectation studies on biscuits with reduced added salt and increased fiber. **Journal of Sensory Studies**.v. v. 24, ed.4, 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-459X.2009.00223.x>. Acesso em: 29 de maio de 2019.
- ZANDSTRA, E. H.; LION, R.; NEWSON, R. S. Salt reduction: Moving from consumer awareness to action. **Food Quality and Preference**, v. 48, p. 376-381, 2016.

Capítulo 31

Avaliação sensorial de barra de cereais com castanha de pequi

Cirila Ionara Almeida Araújo¹, Thalita Santos Cordeiro², Crisberg Luan Marques da Silva², Levi Fraga Pajehú³, Claudia Regina Vieira⁴, Érika Endo Alves⁴

Resumo

Barras de cereais são alimentos bem aceitos pela população devido a praticidade e benefícios a saúde. A castanha de pequi é rica em lipídeos, proteínas, carboidratos, fibras e minerais. Portanto, a sua utilização na elaboração de barras de cereais pode ser uma alternativa viável. O objetivo deste trabalho foi avaliar sensorialmente barras de cereais formuladas com castanha de pequi. Foram elaboradas quatro formulações, nas proporções 0, 10, 20 e 30% de castanha de pequi em substituição aos flocos de aveia. As barras foram avaliadas por meio de teste de preferência e aceitação sensorial. No teste de preferência, apenas a amostra padrão teve diferença significativa ($p < 0,05$), já no teste de aceitação as amostras com 20 e 30% de castanha não diferiram entre si quanto aparência, textura, sabor e aceitação global. Em relação a intenção de consumo as amostras apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), onde a amostra com 30% de castanha apresentou maior média (5,37). Já para a intenção de compra, não houve diferença significativa entre as barras. A elaboração de barras de cereais com castanha de pequi é uma alternativa viável, pois apresentou boa aceitação sensorial, promove o aproveitamento de uma castanha típica do cerrado, e agregar valor com seus nutrientes.

Palavras-chave: *Caryocar brasiliense*. Frutos do Cerrado. Novos produtos.

Introdução

Barras de cereais são alimentos bem aceitos pela população devido a praticidade e benefícios a saúde. São formuladas a partir da compactação de cereais, contendo frutas secas, castanhas, aromas e ingredientes ligantes, sendo sua produção uma boa alternativa para aproveitamento de alguns frutos (GUIMARÃES; SILVA, 2009). O aumento do consumo de barras de cereais está associado às mudanças nos estilos de vida da população e necessidade de refeições e lanches rápidos, uma vez que

¹ Mestranda, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Espírito Santo

² Graduand(o)a em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Doutorando, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo

⁴ Professora do curso de Eng. de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

são alimentos atrativos e ricos em fibras (DUTCOSKY *et al.*, 2006). Com atribuições que barras de cereais são alimentos saudáveis, pesquisadores têm buscado desenvolver esse produto com novos ingredientes alimentícios, nutritivos e funcionais, possibilitando a utilização de ingredientes mais saudáveis, sem que isso leve algum prejuízo nos atributos sensoriais mais apreciados pelos consumidores (PALAZZOLO, 2003).

A utilização da castanha de pequi na elaboração de barras de cereais pode ser uma alternativa viável, uma vez que a amêndoa de pequi é nutritiva e saborosa. A castanha é rica em lipídeos, proteínas, carboidratos, fibras e minerais (LIMA *et al.*, 2007). A utilização dessa castanha na preparação de subprodutos pode agregar valor e evitar o descarte, além de favorecer novos hábitos alimentares para a população que vive no Cerrado, e corriqueiramente consomem apenas a polpa do pequi (RABELO *et al.*, 2008).

A análise sensorial é uma importante ferramenta, capaz de avaliar um produto quanto a sua qualidade, envolvendo métodos discriminativos, descritivos e afetivos, sendo estes últimos, representados por testes de aceitação e preferência (MINIM, 2018). A aceitação de um novo produto depende de vários atributos, como textura, sabor, aparência, dentre outros, sendo que esses atributos podem ser decisivos na aceitação ou rejeição de um produto. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar sensorialmente barras de cereais formuladas com castanha de pequi.

Material e métodos

Frutos de pequi foram adquiridos no comércio local, na cidade de Montes Claros. No laboratório de Tecnologia de Produtos Vegetais do ICA/UFMG, realizou-se a extração das castanhas, no qual o caroço do pequi foi cortado ao meio com o uso de uma guilhotina. Com uma faca, retirou-se a castanha da estrutura rígida; fez-se a lavagem; sanitização em solução clorada a 100ppm por 5 minutos e enxágue das mesmas em água corrente. As amêndoas foram distribuídas em bandejas e levadas ao secador à gás (Marca Polidryer, modelo PD-25-NF-134) a 70°C por 4 horas, sendo posteriormente torradas a 130°C por 15 minutos em estufa com circulação de ar forçada (Sterilifer-NF 1442), e após o resfriamento, foram armazenadas em potes de vidro, em refrigeração.

Os demais ingredientes utilizados na formulação das barras, foram adquiridos em um supermercado da cidade de Montes Claros, Minas Gerais.

Formulação e elaboração das barras de cereais

A elaboração das barras de cereais foi realizada de acordo com metodologia descrita por Lima *et al.* (2010) com adaptações. Foram testadas e elaboradas quatro formulações, nas proporções de 0, 10, 20 e 30% de castanha de pequi em substituição aos flocos de aveia, a partir da formulação padrão com 10g de glucose de milho, 20g de mel, 5g de açúcar mascavo, 2g de lecitina de soja, 20g de flocos de arroz, 40g de flocos de aveia e 3ml de água em 100g.

Com base na metodologia de Lima *et al.* (2010) adaptada, os ingredientes secos (lectina de soja, flocos de arroz, farelos de aveia, flocos de aveia e amêndoa torrada) foram pesados e homogeneizados. Posteriormente, os ingredientes líquidos foram misturados, aquecidos até atingir 80° Brix e por fim adicionou-se os sólidos. A mistura foi submetida a cocção a 90°C por 2 minutos até a obtenção de uma massa homogênea. Então, foram enformadas em formas de alumínio e prensadas, para a obtenção de formato adequado. Após resfriamento, as barras de cereais foram desenformadas e cortadas em tamanhos retangulares (PINEDO *et al.*, 2013). As barras foram produzidas com três repetições.

Avaliação sensorial

A análise sensorial das barras de cereais foi realizada por meio da avaliação de preferência e aceitação. Foram recrutados provadores não treinados, por meio de convite divulgado nos murais da comunidade do ICA/UFMG. Para realização dos testes os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido segundo o Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG (CAAE 44509915.9.0000.5149).

O teste de preferência (ordenação) foi realizado a partir de 4 amostras (0, 10, 20 e 30% de castanha), cada provador recebeu e avaliou as amostras simultaneamente, e identificaram a ordem de sua preferência. Os colaboradores receberam uma ficha de avaliação solicitando aos participantes que as amostras fossem avaliadas sensorialmente no teste de preferência.

As barras foram servidas por porções de 10g, em pratos plásticos descartáveis, codificados com números de três dígitos e servidas de forma casualizada, acompanhada de água para reduzir a influência de uma amostra sobre a outra. Os consumidores realizaram a análise em cabines móveis individuais. Os colaboradores receberam três fichas de avaliação, solicitando aos participantes que as amostras fossem avaliadas sensorialmente em três testes: aceitação, intenção de compra e consumo, conforme as metodologias descritas em Minim (2018).

O teste de aceitação foi composto por escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” a “gostei extremamente”. Os consumidores também foram solicitados a avaliarem o produto quanto à intenção de consumo, por meio da escala de sete pontos, variando de

“nunca comeria” a “certamente comeria”, e intenção de compra, por meio de escala de cinco pontos, variando de “certamente compraria” a “nunca compraria”.

Foram oferecidas aos consumidores não treinados três amostras (10, 20 e 30% de castanha), com porções de aproximadamente 10g de barras de cereais, em pratos descartáveis, previamente codificados com três dígitos aleatórios em temperatura ambiente. Cada participante foi instruído a provar as amostras da esquerda para direita e preencher as fichas de avaliação. Foi fornecido um copo com água potável a temperatura ambiente, para reduzir a interferência de uma amostra para outra.

Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (I.A), foi utilizada a seguinte expressão: $IA (\%) = A \times 100/B$, onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987).

Análise Estatística

A avaliação Sensorial foi realizada no delineamento em blocos casualizados. Para a ordem de preferência, utilizou-se o método de Kramer e posteriormente realizou-se o teste de comparações múltiplas LSD (Least Significance difference) ($p < 0,05$). O teste de aceitação sensorial foi analisado estatisticamente utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA). As diferenças foram consideradas significativas para $p < 0,05$, com intervalo de confiança de 95% pelo teste de Tukey. O programa utilizado para as análises foi o software R.

Resultados e discussão

Teste de Preferência

Dos 72 consumidores que participaram do estudo, 58,34% eram mulheres e 41,66% homens, com faixa etária de 18 e 60 anos. Dentre esses, 75% possuem o hábito de consumir barras de cereais, e 65% gostam e consomem pequi.

Tabela 01 – Resultados do teste de ordenação-preferência.

	Barras			
	A	B	C	D
Pontuação	207 ^b	170 ^a	169 ^a	173 ^a

Fonte: dos autores, 2019.

Legenda: A (barra padrão), B (barra com 10% de castanha), C (Barra com 20% de castanha) e D (barra com 30% de castanha). *Letras diferentes indicam diferença significativa a 5% de probabilidade por meio do teste de LSD.

Com relação ao teste de Ordenação-preferência, a amostra A obteve um somatório de notas de 207, amostra B 170, amostra C 169 e a amostra D 173 pontos (Tabela 1). De acordo com o método de Kramer, a diferença mínima da soma de ordens para 72 consumidores e 4 amostras é de 40 (MINIM, 2018). Assim, observa-se que a ordenação das barras de cereais não apresentou preferência significativa de acordo com a metodologia utilizada.

No teste de comparação múltiplas LSD, encontrou-se uma diferença mínima de 30,36 (MINIM, 2018). Na qual, apenas a amostra A, diferiu-se das demais amostras (B, C e D). Percebe-se que a presença de castanha de pequi nas barras de cereal foi decisiva no teste, uma vez que a diferença de notas entre as amostras com castanha (B, C e D) não foram significativas, mas apresentaram maior preferência em relação à padrão. Esse fato pode ser justificado também pelo número de provadores que gostam ou consomem pequi.

Teste de Aceitação

Participaram do teste de aceitação 60 consumidores, dentre esses 50% eram mulheres e 50% homens, onde 65,27% possuem o hábito de consumir barras de cereais, e 76,38% gostam e consomem pequi. Na Tabela 02 estão expressas as médias dos resultados.

Tabela 02 – Resultados do teste de Aceitação das barras de cereais e Índice de Aceitação (IA).

Barra de cereais	Aparência	Textura	Sabor	Aceitação Global	IA
B10%	7,42 ^a	7,42 ^a	7,15 ^b	7,33 ^b	81,44 ^b
B20%	7,62 ^a	7,82 ^a	7,36 ^{ab}	7,68 ^{ab}	85,33 ^{ab}
B30%	7,82 ^a	7,93 ^a	7,85 ^a	7,90 ^a	87,77 ^a

Fonte: dos autores, 2019.

Legenda: B10, B20 e B30% correspondem ao percentual de castanha de pequi nas barras de cereal.

Nota: Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Em relação ao quesito aparência, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras, embora a maior nota tenha sido obtida na formulação com 30% de castanha. O escore médio das amostras foi de 7,62, valores maiores do que o encontrado por Torres (2009) em barras formuladas com jenipapo de 6,14. Para textura também não houve diferença significativa (7,72), o que indica que a concentração de castanha não alterou seus aspectos tecnológicos. Os resultados de textura foram próximos ao encontrado por Pinedo *et al.* (2013) que desenvolveram 2 formulações de barras de cereais a base de farinha de amêndoa de babaçu e encontrou um valor médio de 7,70. Freitas e Moretti

(2006) encontrou uma média 4,57 na avaliação de barras de cereais sabor banana, valor menor que o presente estudo, demonstrando que a barra com castanha de pequi apresentou uma textura aceita pelos consumidores

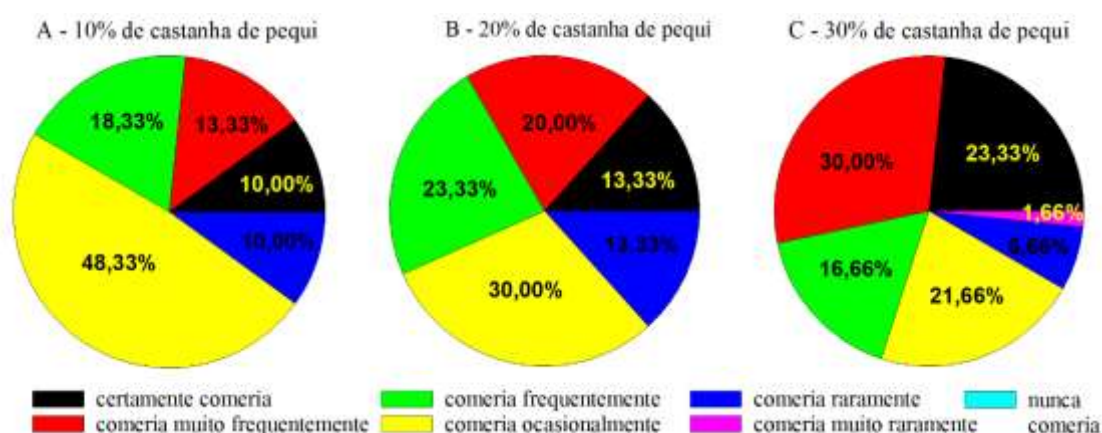
No quesito sabor, a amostra com a concentração de 30% castanha, diferiu significativamente da amostra com 10% de castanha, intuindo que a porcentagem de castanha influenciou nos resultados, uma vez que a amostra com maior concentração obteve maior nota. As médias obtidas para B10 (7,15), B20 (7,36) e B30 (7,85) foram maiores que as descritas por Torres (2009) em barras formuladas com jenipapo de (5,88) e menores do que foram encontradas por Pinedo *et al.* (2013) em barras com amêndoa de babaçu (8,1).

Em relação à aceitação global, os resultados foram similares ao do sabor, onde a amostra B20 não diferiu da amostra B30. As médias obtidas no trabalho foram maiores que as encontradas por Freitas e Moretti (2006) na avaliação de barras de cereais sabor banana que foram de 5,5. Analisando o índice de aceitação na Tabela 04, percebe-se que as formulações de barras de cereais, independente das porcentagens de castanha de pequi contidas, exibiram boa aceitação. Segundo Dutcosky (2007), um alimento para ser considerado aceito sensorialmente, é necessário que obtenha um Índice de Aceitabilidade, $\geq 70\%$. As porcentagens obtidas foram de 81,44 (B10), 85,33 (B20), e 87,77% (B30), considerando-as aceitas sensorialmente.

Em relação à intenção de consumo as amostras apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), onde a amostra A obteve uma média de 4,65, a B 4,90 e C 5,37 pontos. A amostra A diferiu significativamente da amostra C e não diferiu da amostra B. Entendendo que a concentração de castanha foi decisiva no teste. Na Figura 01 estão expressas as porcentagens dos resultados da intenção de consumo das amostras A, B e C. Para a amostra A, o escore mais evidenciado foi “comeria ocasionalmente”, aplicado por 49% dos consumidores, e apenas 10% avaliaram com o escore “Comeria raramente”.

Em relação a amostra B, 14% afirmaram que “Certamente comeria” e 20% que “comeria muito frequentemente”. No entanto a amostra C, foi a melhor avaliada, pois 70% dos consumidores aplicaram notas entre 5 e 7 pontos, equivalentes aos escores “Certamente comeria”, “Comeria muito frequentemente” e “Comeria frequentemente”, indicando que a concentração de castanha influenciou nos resultados.

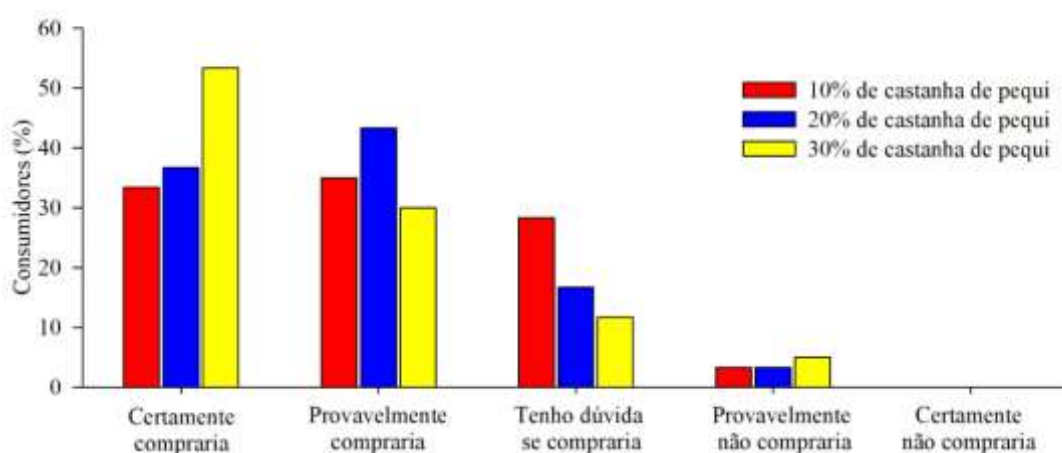
Figura 01 – Resultados da intenção de consumo para as amostras A, B e C, com 10, 20 e 30% de castanha de pequi, respectivamente.



Fonte: dos autores, 2019.

O resultado obtido na análise de intenção de compra não apresentou diferença significativa. As concentrações de castanha nas amostras não foram decisivas quanto à intenção de compra (Figura 02).

Figura 02 – Resultados da intenção de compra para as amostras A, B e C, com 10, 20 e 30% de castanha de pequi, respectivamente.



Fonte: dos autores, 2019.

Para a amostra A, 69% dos consumidores afirmaram que “certamente compraria” ou “provavelmente compraria”, e apenas 3% aplicaram nota 2, equivalente a “Provavelmente não compraria”. Já para a amostra B, 17% dos provadores, aplicaram nota 3, equivalente a escala “Tenho dúvidas se compraria” e 43% disseram que “Provavelmente compraria”.

Apesar de não apresentar diferença significativa para intenção de compra, a amostra C, com 30% de castanha de pequi apresentou melhores notas, o escore médio avaliado foi igual a 4,31 equivalente a “Provavelmente compraria”, analisando o gráfico percebe-se que 83% dos consumidores atribuíram nota maior ou igual a essa.

Conclusão

A elaboração de barras de cereais com castanha de pequi é viável, uma vez que possibilitou o enriquecimento do produto com uma fonte de lipídeos, proteínas e minerais, quando comparada a amostra padrão (sem pequi). As barras apresentaram boa aceitação sensorial, intenção de compra e consumo, onde a amostra com 30% de castanha de pequi, apresentou maiores escores.

Referências

- DUTCOSKY, S. D.; GROSSMAN, M. V. E.; SILVA, R. S. S. F.; WELSCH, A. K. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. **Food Chemistry**, v.98, n. 4, p. 630-638, 2006.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 2ª ed., Champagnat. 2007. 141 p.
- FREITAS, D. G. C.; MORETTI, R. H.; Caracterização e Avaliação Sensorial de Barra de Cereais Funcional de Alto Teor Proteico e Vitamínico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 318-324, 2006.
- GUIMARÃES, M. M.; SILVA, M. S. Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de frutos de murici-passa. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 3, p. 426-433, 2009.
- LIMA, A.; SILVA, A. M. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 695-698, 2007.
- LIMA, J. C. R.; FREITA S, B. J.; CZEDER, P. L.; FERNANDES, C. D.; NAVES, V. M. M.; Qualidade Microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de Baru. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 331-334, 2010.
- MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 4ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2018. 362 p.
- PALAZZOLO, G. Cereal bars: they're not just for breakfast anymore. **Cereal Foods World**, v. 48, n. 2, p. 70-72, 2003.
- PINEDO, A. A.; ARÉVALO, Z. D. S.; BESERRA, N. S.; ZUNIGA, A. D. G.; COELHO, A. F. S.; PINEDO, R. A. Desenvolvimento de barra de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu (*Orbygnia speciosa*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 4, p. 405-411, 2013.
- RÂBELO, A. M. S.; TORRES, M. C. L.; GERALDINE, R. M.; SILVEIRA, M. F. A. Extração, secagem e torrefação da amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 868-871, 2008.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise Sensorial de Alimentos**. Florianópolis: Editora UFSC, 1987. 60p.

TORRES, E. R. Desenvolvimento de barra de cereais formuladas com ingredientes regionais. 2009. 78p. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia de Processos) – Universidade Tiradentes, Aracaju, 2009.

Capítulo 32

Caracterização físico-química de goiabada comercializada na cidade de Diamantina, Minas Gerais

Kássia Hélen Vieira¹; Keyla Carvalho Pereira²; Regiane de Melo¹; Fabiana Regina Lima¹; Lucielle Vieira Soares³; Poliana Mendes de Souza⁴

Resumo

A goiabada ou doce em massa de goiaba é o produto do processamento das partes comestíveis de goiabas sadias, desintegradas, até consistência adequada. Neste trabalho objetivou-se analisar padrões de qualidade de três marcas comerciais de goiabada comercializadas na cidade de Diamantina, Minas Gerais. Foram realizadas análises de atividade de água (Aa), pH, acidez titulável, sólidos solúveis, sólidos totais e cor. A marca A apresentou Aa de 0,637; pH 3,54; acidez titulável 0,53 %; sólidos solúveis 3,23 °Brix; sólidos totais 93,25 % e menores valores de L* e a* em relação às outras amostras. A marca B apresentou Aa de 0,635; pH 3,89; acidez titulável 0,59 %; sólidos solúveis 3,17 °Brix; sólidos totais 95,5 % e maiores valores de a*(10,9) e b*(6,53), tendendo para uma coloração mais avermelhada e amarelada. A marca C apresentou Aa de 0,652; pH 3,68; acidez titulável 0,49 %; sólidos solúveis 3,17 °Brix; sólidos totais 94,75 e maior brilho em relação às demais. Houve diferença estatística entre as amostras para a maioria dos parâmetros analisados, exceto para sólidos solúveis. Todas as amostras estão de acordo com o preconizado para garantir a qualidade.

Palavras-chave: Doce. Goiaba. *Psidium guajava* L. Qualidade.

Introdução

A goiaba é tida como um dos frutos de maior importância nas regiões subtropicais e tropicais, não só devido ao seu elevado valor nutritivo, mas pela excelente aceitação do consumo *in natura*, pela sua grande aplicação industrial, e também por desenvolver-se em condições adversas de clima (GONGATTI NETTO; GARCIA; ARDITO, 1996). A espécie *Psidium guajava* L. pertence à família

¹Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM

²Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Técnica de Laboratório, Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM

³Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Nutricionista, Instituto Federal do Norte de Minas - IFNMG

⁴Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM

Myrtaceae, composta por mais de 100 gêneros e 3.800 espécies de arbustos e árvores verdes durante o ano, podendo atingir até 6 metros de altura. É um fruto carnoso do tipo baga com polpa doce-acidulada e levemente aromático, internamente apresenta um mesocarpo de textura firme e 4 a 5 lóculos, cheios por uma massa de consistência pastosa, onde contém numerosas sementes pequenas e muito duras (HAIDA *et al.*, 2015).

A produção da goiaba em escala industrial no país teve início na década de 70, quando grandes áreas de tecnologia foram implantadas, com produção direcionada para os mercados nacional e internacional, na forma *in natura*, industrializada (doces e sucos) e desidratada (CHOUDHRY, *et al.*, 2001), podendo ser aplicada na forma de sucos, sorvetes, geleias, compotas, doces como a goiabada e outras aplicações. A goiabada ou doce em massa de goiaba é o produto do processamento das partes comestíveis de goiabas sadias, desintegradas, até consistência adequada, devendo ter cor normal característica do produto, variando de vermelho amarelado a vermelho amarronzado, odor e sabor normais lembrando a goiaba, aspecto gelatinoso e sólido permitindo o corte (MORY; YOTSUANAGI; FERREIRA, 1998).

Os doces em massa são resultantes do processamento adequado das partes comestíveis dos vegetais, adicionados de açúcares, água, pectina (0,5 a 1,5% em relação à polpa), ajustador de pH (3 a 3,4), além de outros ingredientes e aditivos permitidos até alcançar a consistência adequada, assegurando estabilidade ao produto. Após o processamento, os doces devem ser devidamente embalados e armazenados em condições ambientais (MENEZES *et al.*, 2009).

O objetivo deste trabalho foi analisar padrões de qualidade de três marcas comerciais de goiabada comercializadas na cidade de Diamantina, Minas Gerais.

Material e métodos

Foram analisadas três marcas comerciais de goiabada em barra adquiridas no comércio local da cidade de Diamantina, Minas Gerais. As goiabas foram analisadas nos meses de maio de 2019 com data de validade que variaram de 12/2019 a 06/2020 após a fabricação. As amostras foram codificadas em A, B e C.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram a atividade de água (Aa), pH, acidez titulável, sólidos totais, sólidos solúveis e cor. A medição da atividade de água foi feita pela leitura direta da amostra no equipamento Aqualab (modelo 4TE, USA). O pH foi determinado em potenciômetro digital (MS Tecnopon, modelo mPA-210). A acidez titulável e os sólidos totais foram realizadas de acordo com a metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008). Os sólidos solúveis foram determinados através de um refratômetro digital (Instrutherm, modelo RTD-95). Na análise de cor os valores de L,

a* e b* foram determinados com equipamento colorímetro Konica Minolta (modelo CM-5). Foi trabalhado com D65 (luz do dia) e usou-se os padrões CIElab: em que L varia de 0 (preto) a 100 (branco), a* de verde (-) a vermelho (+), b* de azul (-) a amarelo (+).

Os dados obtidos foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e comparação de médias por teste de Scott-Knott, com nível de confiança de 95%.

Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta os valores obtidos da análise de caracterização das goiabadas comerciais analisadas.

Tabela 1 – Características físico-químicas de goiabadas comercializadas na cidade de Diamantina, Minas Gerais.

Parâmetros analisados	MARCAS		
	A	B	C
Aa	0,637±0 ^a	0,635±0 ^a	0,652±0 ^b
pH	3,54±0,03 ^a	3,89±0,01 ^b	3,68±0,01 ^c
Acidez titulável (% ácido cítrico)	0,53±0,04 ^a	0,59±0,01 ^b	0,49±0,01 ^c
Sólidos solúveis (°Brix)	3,23±0,12 ^a	3,17±0,12 ^a	3,17±0,06 ^a
Sólidos totais (%)	93,25±0,62 ^a	95,5±0,18 ^b	94,75±0,61 ^b
Cor instrumental			
L	24,74±0,12 ^a	25,81±0,27 ^b	31,6±0,16 ^c
a*	6,91±0,04 ^a	10,9±0,33 ^b	7,38±0,07 ^c
b*	4,43±0,1 ^a	6,53±0,20 ^b	4,24±0,04 ^a

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: A- goiabada 1; B- goiabada 2; C- goiabada 3. aW- Atividade de água; L- Luminosidade; a*- verde-vermelho; b*-m azul-amarelo

Nota: Médias seguidas por letras minúsculas sobrescritas diferentes, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A atividade de água (Aa) é a água que favorece o crescimento de microrganismos e reações que podem alterar o alimento, sendo determinada por um medidor de atividade de água, cujo valor varia de 0 a 1. A atividade de água é uma das propriedades mais importantes para o processamento, conservação e armazenamento dos alimentos, quantificando o grau de ligação da água no produto, e consequentemente sua disponibilidade para agir como solvente, e participar de transformações

químicas, bioquímicas e microbiológicas (DAMODARAN; PARKIN, FENNEMA, 2010). Os valores obtidos para a Aa nas marcas analisadas mostraram diferença estatística da marca C em relação às marcas A e B, cujos valores de Aa foram 0,652; 0,637 e 0,635, respectivamente. Os valores obtidos condizem com o esperado para doces em massa visto que na elaboração desses doces são empregados grande quantidade de açúcar e esta por ser higroscópica tende a interagir com a água diminuindo a disponibilidade de água livre, o que garante a estabilidade física, além de evitar o crescimento de microrganismos.

Para a análise de pH houve diferença estatística entre as três marcas analisadas, sendo A (3,54), B (3,89) e C (3,68), porém os valores encontrados estão dentro do valor estabelecido por Silva *et al.* (2005) que citam que o valor de pH para doces não deve ultrapassar 4,5 para evitar o crescimento de *Clostridium botulinum*.

Na análise de acidez titulável foi observada diferença estatística entre as três marcas. A marca A, B e C tiveram acidez de 0,53; 0,59 e 0,49 (% de cítrico), respectivamente. Os valores de referências de acidez para este tipo de produto varia entre 0,5 e 0,8% (EMBRAPA, 2003). Portanto, podemos constatar que os mesmo encontram-se dentro dos valores estabelecidos. É importante ressaltar que a adição de ácido cítrico em doces é empregada para abaixar o pH e aumentar a conservação (REIS *et al.*, 2007).

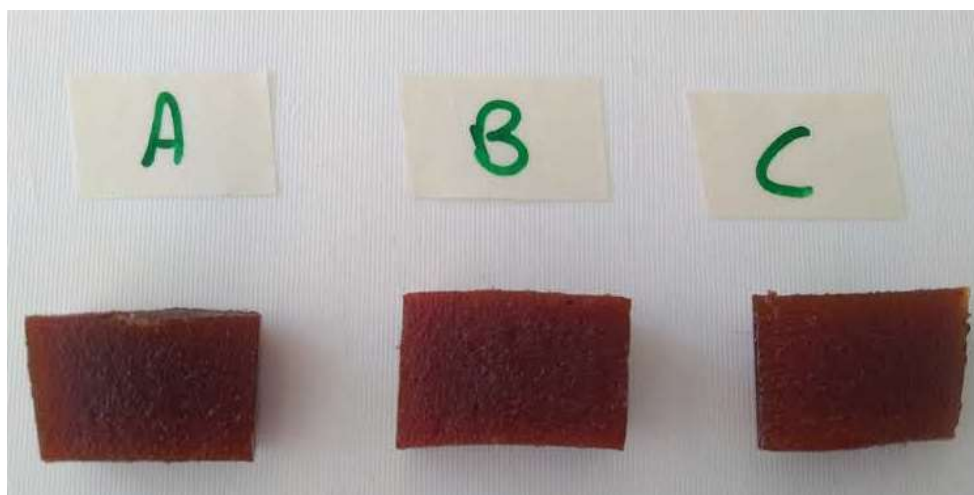
A análise de sólidos solúveis mostram que não houve diferença estatística entre as marcas analisadas.

Para os sólidos totais foi constatado diferença estatística entre as marcas. Os resultados foram de 93,25% (A), 95,5 % (B) e 94,75% (C). O alto valor de sólidos obtido condiz com o esperado visto que na elaboração de doces em massa são empregados grande quantidade de açúcares.

Na análise de cor houve diferença estatística entre os três parâmetros analisados para as três marcas. Tal diferença pode estar associada à concentração e cocção do licopeno, principal pigmento da goiaba vermelha e a reações de escurecimento não enzimático, como a caramelização (SHI *et al.*, 2008). Pode ser observado que para o parâmetro L a marca C teve o maior valor (31,6) o que indica maior luminosidade em relação às demais. Para a^* e b^* a marca C teve os maiores valores, 10,9 e 6,53 respectivamente, indicando maior tendência à coloração vermelho e amarelo.

A Figura 1 ilustra as imagens obtidas das goiabadas analisadas. Visualmente a marca A apresenta uma coloração vermelha mais intensa do que as demais marcas analisadas.

Figura 1 – Imagem das amostras de goiabada analisadas adquiridas no comércio local da cidade de Diamantina, Minas Gerais.



Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusão

A goiabada é um doce bastante consumido no Brasil principalmente por suas características sensoriais. As análises físico-químicas realizadas nas três marcas comerciais analisadas evidenciaram que, apesar de ser o mesmo tipo de produto, houve diferença estatística entre as marcas para os parâmetros de atividade de água, pH, acidez titulável, sólidos totais e para todos os parâmetros observados que estão relacionados à cor instrumental. Com relação à legislação, todas as amostras estão conformidade, o que pode ser confirmado pelos valores de Aa e acidez, que estão dentro da faixa de valores adequados.

Agradecimentos

À UFVJM pelo apoio, ao CNPq e à CAPES pelo suporte financeiro (código de financiamento 001).

Referências

- CHOUHRY, M. M.; COSTA, R. S. da.; ARAÚJO, J. L. P. Goiaba: Pós-colheita. In: **Agronegócio da Goiaba**.p. 9-15. EMBRAPA Informação Tecnológica. 45p. il.; (Frutas do Brasil, 19). 2001.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A, 2010.
- EMBRAPA, **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: Frutas em calda, geléias e doces**, Brasília, Embrapa, Sebrae, 2003 (Série Agronegócios) Parte 1: Processo de produção, p. 10-84.

- GONGATTI NETTO, A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G. **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita.** Brasília: EMBRAPA, 1996. 35 p.
- Haida, K. S. *et al.* Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante de Goiaba (*Psidium guajava* L.) Fresca e Congelada. **Revista Fitos**, v. 9, n. 1, p. 1-72, 2015.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- MENEZES, C. C. *et al.* Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 618-625, 2009.
- MORY, E. E. M.; YOTSUANAGI, K.; FERREIRA, V. L. F. Análise sensorial de goiabadas de marcas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 1, p. 105-110, 1998.
- REIS, K. C. *et al.* Avaliação físico-química de goiabas desidratadas osmoticamente em diferentes soluções. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n. 3, p. 781 - 785, 2007.
- SHI, J. *et al.* Effect of heating and exposure to light on the stability of lycopene in tomato purée. **Food Control**, v. 19, n. 5, p. 514-520, 2008.
- SILVA, R. A. *et al.* Avaliação físico-química e sensorial de néctares de manga comercializadas em Fortaleza-CE. Publicação UEPG Ciências Exatas e da Terra, **Ciências Agrárias**, v. 11, n. 3, p. 21-26, 2005.

Capítulo 33

Avaliação de parâmetros de cocção e análises físico-químicas de amostras de arroz das variedades preto, vermelho, selvagem e tradicional

Géssica Regiane Silva¹, Kerolaine Lijanda Anselmo¹, Amanda Souza da Silva², Eleonice Moreira Santo³, Christiano Vieira Pires⁴, Felipe Machado Trombete⁴

Resumo

As diversidades de arroz que possuem em seu pericarpo colorações diferenciadas têm sido valorizadas no país devido às diferentes texturas dos grãos e pelos benefícios nutricionais. O objetivo desse trabalho foi avaliar determinados parâmetros físico-químicos e de cocção de diferentes variedades de grãos de arroz. Foram analisados os seguintes conjuntos: branco polido ($n=5$), branco parboilizado polido ($n=2$), branco integral (parboilizado e não parboilizado) ($n=3$), vermelho integral ($n=5$), preto integral ($n=3$) e selvagem integral ($n=2$). Foram determinados os rendimentos em peso, volume, tempo de cocção, cinzas, umidade, proteína e os parâmetros de cor L^* , a^* e b^* . A umidade apresentou-se abaixo de 14 % e os teores de cinzas variaram de $0,19 \pm 0,07\%$ a $1,57 \pm 0,05\%$, sendo menores nas amostras polidas e maiores nas amostras integrais. O conteúdo de proteína variou entre 3 a 10 %, sendo mais expressivos nas amostras de arroz selvagem. Os grãos polidos apresentaram menores tempos de cocção. O arroz selvagem e o preto apresentaram os menores valores de rendimento. Os dados obtidos nessa pesquisa contribuem com informações sobre a qualidade e propriedades das variedades estudadas.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. *Zizania aquática*. Avaliação da qualidade. Parâmetros de cocção. Tecnologia de cereais.

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma gramínea da família Poaceae e seus grãos possuem grande importância para a segurança alimentar de diversos povos, sendo base da alimentação de metade da população mundial, consumido na sua forma integral ou polido e, também, na forma processado, tais como a farinha de arroz e diferentes produtos obtidos por meio da extrusão termoplástica

¹ Discente do Curso de Engenharia de Alimentos, UFSJ Campus Sete Lagoas

² Discentes do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFOP, Outro Preto

³ Professora do Departamento de Alimentos da UFOP, Outro Preto

⁴ Professores do Departamento de Engenharia de Alimento da UFSJ Campus Sete Lagoas

(MUTHAYYA *et al.*, 2014). Durante o beneficiamento é removida a casca, a qual não é utilizada para alimentação humana devido possuir lignina e celulose. Pela remoção da casca têm-se então o grão integral, o qual pode ser polido, através da remoção do farelo e do gérmen, sendo obtido o arroz polido. Os grãos de arroz polido possuem cerca de 13% de umidade, 78,8% de carboidratos, 7% de proteínas, 1,6% de fibra alimentar, 0,5% de cinzas e 0,3% de lipídios. A remoção do farelo e do gérmen durante o polimento resulta em aumento na porcentagem de amido e diminuição nos valores de fibras, minerais e lipídios (TACO, 2011), o que não é interessante do ponto de vista nutricional.

O arroz denominado comercialmente por “arroz selvagem” é um cereal aquático da espécie *Zizania aquática*, também pertencente à família Poaceae, porém, seus grãos não são classificados tecnicamente como arroz e também não apresenta crescimento espontâneo para ser considerado selvagem (PEREIRA *et al.*, 2014), no entanto, é a denominação mais utilizada no Brasil para sua identificação e comercialização. Quando comparado com o arroz integral, o selvagem possui maior teor de proteínas (12,9 %), menor teor lipídico (0,9 %) e menores concentrações de compostos fenólicos e flavonóides quando comparados com o arroz preto e vermelho (MASSARETTO *et al.*, 2013).

A cultura do arroz apresenta facilidade de adaptação a diferentes condições de clima, relevo, temperatura, tipo de solo, dentre outros. No Brasil, a produção e o consumo anual são estimados em 15 milhões de toneladas e 12,14 milhões de toneladas, respectivamente (IBGE2016).

As variedades de arroz que possuem em seu pericarpo coloração vermelha e preta têm sido valorizadas no país, devido as suas características diferenciadas de textura, sabor e pelos benefícios à saúde. Tais variedades apresentam maior atividade antioxidante devido à presença de polifenóis em maiores concentrações, quando comparadas com o arroz branco tradicional. O sabor e textura diferenciados também contribuem para a maior diversificação no preparo de pratos culinários (SOMPONG *et al.*, 2011).

O objetivo desse trabalho foi avaliar os parâmetros de cocção e determinadas análises físico-químicas de qualidade de amostras de arroz preto, vermelho e selvagem disponíveis no mercado consumidor.

Material e Métodos

Foram adquiridas 20 amostras ($n=20$), contendo no mínimo 2 Kg de grãos, em supermercados e mercados populares do município de Sete Lagoas-MG. Todas as amostras estavam dentro do prazo de validade e foram agrupadas nos seguintes conjuntos: branco polido (BP: $n=5$), branco parboilizado polido (BPP: $n=2$), branco integral (parboilizado e não parboilizado) (BI: $n=3$), vermelho integral

(VI: $n=5$), preto integral (PI: $n=3$) e selvagem integral (SI: $n=2$). Na Figura 01 estão demonstradas as amostras analisadas.

Figura 1– Imagens das amostras de arroz de diferentes variedades analisadas nessa pesquisa. A-F: aumento de 6,5 vezes em estereoscópio. G-L: Imagens sem aumento capturadas em câmera digital. A- Arroz preto integral. B- Arroz vermelho integral. C- Arroz vermelho polido artesanalmente. D- Arroz selvagem integral. E- Arroz branco integral. F-Arroz branco polido. G- Arroz preto integral. H- Arroz vermelho integral. I- Arroz vermelho polido artesanalmente. J- Arroz selvagem integral. K- Arroz branco integral. L-Arroz branco polido.



Fonte: Dos autores, 2019. Imagens obtidas com auxílio de microscópio estereoscópio.

As análises de cocção foram realizadas utilizando 25 g das amostras, sendo verificados os rendimentos em volume e peso e o tempo de cocção. As amostras foram adicionadas em Beckers de 250 mL e acrescidas de 200 mL de água mineral em ebulição, sendo em seguida adicionados em uma panela contendo água também em ebulição. O tempo de cocção foi cronometrado a partir da imersão dos grãos em água e finalizado no momento em que os grãos apresentaram endosperma geleificado, sendo tal ponto verificado retirando-se alguns grãos e esmagando-os com auxílio de duas placas de Petri. Ao atingir o ponto de geleificação as amostras foram retiradas e escorridas com auxílio de peneira de aço inox. Após o resfriamento das mesmas, foram então pesadas em balança (WebLaborSP M214A1), bem como verificados os volumes com auxílio de proveta de 200 mL. Para o cálculo do

rendimento em peso, pesaram-se as amostras antes e depois do cozimento e procedeu-se o cálculo conforme a Equação 01. A Equação 02 foi utilizada para o cálculo do rendimento em volume.

Equação 1- Cálculo do Rendimento em peso

$$\frac{\text{Peso dos grãos cozidos (g)} \times 100}{\text{Pesados grãos crus (g)}} \text{Equação 01}$$

Equação 2 - Cálculo do Rendimento em volume

$$\frac{\text{Volume dos grãos cozidos (mL)} \times 100}{\text{Volume dos grãos crus (mL)}} \text{Equação 02}$$

Como análises físico-químicas foram determinadas os teores de umidade, de acordo com o método 413/IV do Instituto Adolfo Lutz, utilizando 3 g de amostras cruas previamente trituradas em processador doméstico (Philips Walita600 W). O teor de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldahl, segundo o procedimento 036/IV (IAL, 2008). A determinação do teor de cinzas foi realizada conforme método 018/IV, com incineração em mufla a 550 °C. A determinação de cor foi realizada com uso de colorímetro Konica Minolta CR400, com sistema CIELAB, na escala L* a* b*. Para cada amostra, cinco leituras foram realizadas.

Resultados e discussões

Todas as amostras adequaram-se ao teor de umidade, estando abaixo de 14%, valor máximo recomendado pela legislação (BRASIL, 2012). Os teores de umidade variaram de 6,8 ± 0,6 % a 10,4 ± 0,7 %. A umidade é um dos principais fatores que afetam a qualidade dos grãos de arroz durante o seu armazenamento e distribuição. De acordo com a Instrução Normativa nº2 do MAPA (BRASIL, 2012), grãos com valores acima de 14% podem ser comercializados, desde que não apresentem risco à saúde humana. Valores elevados de umidade favorecem o crescimento microbiano, principalmente o desenvolvimento de fungos filamentosos que podem deteriorar os grãos e contaminá-los por micotoxinas. Na Tabela 1 estão apresentadas as médias obtidas para umidade e parâmetros de cocção.

O conteúdo de proteína presente nas amostras variou entre 3 a 10 g/100g aproximadamente, sendo os valores mais expressivos observados para as amostras de arroz selvagem (9,51±0,01) diferindo (p<0,05) dos demais grupos avaliados. Os menores valores foram observados para as amostras de arroz branco integral (cerca de 3,5 g/100g).

Os teores de cinzas encontrados variaram de $0,19 \pm 0,07$ % a $1,57 \pm 0,05$ %, sendo os menores valores encontrados nas amostras de arroz polido e os maiores valores encontrados nas amostras de arroz selvagem integral, preto integral e vermelho integral, não diferindo entre si ($p > 0,05$). De acordo com a Tabela TACO (2011), os teores de cinzas no arroz branco integral e branco polido correspondem a 1,2% e 0,5%, respectivamente. Para o primeiro, os valores encontrados nesse trabalho são semelhantes e, já para o arroz polido, o teor de cinzas encontrado nesse trabalho foi menor ($0,19 \pm 0,07$ %). Em termos nutricionais, a determinação dos valores de cinzas é importante por apresentar o teor de minerais presentes nos grãos. Portanto, percebe-se que, o arroz integral quando comparado ao polido apresenta maiores valores de minerais, o que explica os maiores teores de cinzas encontrados nesse estudo para as amostras de arroz branco integral, vermelho integral, preto integral e selvagem, bem como, os menores valores apresentados pelas amostras de arroz branco polido e branco parboilizado polido.

Tabela 1 - Médias obtidas dos testes de cocção e teor de umidade das amostras de arroz

Amostras	Parâmetros de cocção			Umidade	Cinzas
	TC (min)	RP (%)	RV (%)	%	%
BP	$30,0 \pm 1,6^c$	$378,2 \pm 37,3^a$	$436,6 \pm 7,8^a$	$9,8 \pm 0,3^{ab}$	$0,19 \pm 0,07^d$
BPP	$27,5 \pm 1,7^c$	$318,9 \pm 3,5^b$	$355 \pm 16,5^b$	$10,4 \pm 0,7^a$	$0,63 \pm 0,07^c$
BI	$41,0 \pm 3,4^{ab}$	$302,1 \pm 49,8^b$	$386,7 \pm 60,5^a$	$8,2 \pm 1,4^b$	$1,38 \pm 0,12^b$
VI	$45 \pm 6,9^a$	$341,1 \pm 28,4^a$	$416,7 \pm 36,9^a$	$10,0 \pm 0,7^{ab}$	$1,52 \pm 0,14^{ab}$
PI	$37,5 \pm 1,4^b$	$252,4 \pm 5,9^c$	$316,7 \pm 20,4^{bc}$	$9,6 \pm 0,2^{ab}$	$1,50 \pm 0,07^{ab}$
SI	$44,0 \pm 1,5^a$	$197,6 \pm 5,3^d$	$275,0 \pm 11,8^c$	$6,8 \pm 0,6^c$	$1,57 \pm 0,05^a$

Legenda: TC: Tempo de Cocção (min); RP: Rendimento em peso (%); RV: Rendimento em volume (%);BP: Branco polido; BPP: Branco parboilizado polido; BI: Branco integral; VI: Vermelho integral; PI: Preto integral; SI: Selvagem integral

Quanto aos parâmetros de cozimento dos grãos, o menor tempo de cocção foi verificado nas amostras de arroz branco parboilizado ($27,5 \pm 1,7$ min), não diferindo ($p > 0,05$) do branco polido. O maior tempo de cocção foi para o arroz preto selvagem ($44,0 \pm 1,5$ min), o qual não diferiu do arroz vermelho integral e do branco integral. De acordo com Paraginski (2014), o processo de parboilização afeta o tempo de cocção e as propriedades de textura do arroz, sendo que o arroz parboilizado requer mais energia para ser cozido do que o arroz branco polido, devido à necessidade de um tempo maior para absorção de água, resultante da maior dificuldade de hidratação dependendo do modo de preparo do grão. Os mesmos autores relatam também que, a capacidade de absorção de água desse grão é maior, tendo como consequência um maior rendimento. Entretanto, tais comportamentos não foram

observados no presente estudo, onde, o maior rendimento em peso foi observado para o arroz branco polido, não diferindo do arroz vermelho. O menor rendimento foi observado para o arroz selvagem integral, diferindo ($p < 0,05$) de todos os demais arrozes. Quanto ao rendimento em volume, os maiores valores foram verificados nas amostras de arroz branco polido, vermelho integral e branco integral, não diferindo entre si ($p > 0,05$). O menor rendimento em volume também foi verificado no arroz selvagem integral.

O menor tempo de cocção observado no arroz parboilizado polido pode ser justificado pelo fato do endosperma de tais grãos serem constituídos por grânulos de amido pré-geleificado. A parboilização consiste em um processo hidrotérmico no qual o grão em casca é imerso em água a temperatura acima de 58 °C, ocorrendo a pré-geleificação do amido. Após a secagem e remoção da casca é originado então o arroz parboilizado integral que, se polido, torna-se o arroz parboilizado polido (DORS *et al.*, 2009).

Na etapa de geleificação ocorrem mudanças na estrutura do amido, fazendo com que, haja migração de vitaminas hidrossolúveis e minerais presentes na parte externa do grão (casca e farelo) para o seu interior (endosperma), passando de forma cristalina para amorfa, tornando o endosperma translúcido (FONSECA, 2011). Tal fato explica o menor valor de luminosidade (L^*) verificados nos grãos parboilizados quando comparado as amostras de arroz polido não parboilizados (Tabela 2). O parâmetro a^* é interessante para verificar a presença de grãos imaturos, com tendência a cor verde, além também, de indicar a intensidade de cor nas amostras de arroz vermelho. O parâmetro b^* é importante para o acompanhamento da cor típica do arroz parboilizado, principalmente na parte positiva da escala, cujos valores crescentes indicam a maior participação do amarelo, ao passo que a escala negativa, identificando tons de azul, que podem indicar a presença de colônias de fungos filamentosos (FONSECA, 2011).

A coloração do pericarpo dos grãos é a principal característica que os diferenciam visualmente das variedades brancas tradicionais, devido ao acúmulo de compostos fenólicos. As variedades coloridas são ricas em compostos com propriedades antioxidantes e funcionais, tais como as antocianinas e luteína. Massaretto *et al.* (2013) demonstraram que o arroz preto possui maiores teores de compostos fenólicos totais quando comparado ao vermelho e selvagem, enquanto o arroz selvagem é o que apresenta menores teores.

Tabela 2 - Médias \pm desvio padrão obtidas nas análises colorimétricas

Amostras	Média dos parâmetros avaliados		
	L*	a*	b*
BP	70,5 \pm 2,3	-0,53 \pm 0,18	10,2 \pm 0,7
BPP	64,6 \pm 3,7	-0,76 \pm 0,35	20,2 \pm 1,2
BI	57,7 \pm 3,8	3,12 \pm 0,34	23,2 \pm 1,7
VI	43,0 \pm 11,2	13,43 \pm 3,81	22,7 \pm 4,4
PI	19,9 \pm 1,5	3,91 \pm 1,68	2,9 \pm 1,4
SI	20,9 \pm 1,2	1,95 \pm 0,38	4,9 \pm 1,1

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: BP: Branco polido; BPP: Branco parboilizado polido; BI: Branco integral; VI: Vermelho integral; PI: Preto integral; SI: Selvagem integral

Conclusão

Nenhuma amostra apresentou teor de umidade fora do limite da legislação e os valores de cinzas foram coerentes com o processamento no qual os grãos foram submetidos, sendo os menores teores de cinzas observados nos grãos polidos e os maiores, nos grãos integrais. O arroz preto selvagem apresentou o maior teor de proteínas. Os maiores valores de rendimento em peso foram do arroz branco polido e vermelho integral, o menor foi do arroz selvagem e para rendimento em volume os maiores valores foram encontrados para branco polido, vermelho integral e branco integral os menores para o selvagem integral e preto integral. O arroz parboilizado polido obteve menor tempo de cocção e a cor instrumental contribuiu com mais informações sobre as variedades estudadas.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Instrução Normativa nº2, de 6 de fevereiro de 2012**. Diário Oficial da União. 2012.
- DORS, G. C.; PINTO R. H.; FURLONG E. B. Influência das condições de parboilização na composição química do arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.1, p.219-224, 2009.
- FONSECA, F. A. *et al.* Efeito da temperatura e do tempo de imersão da etapa de encharcamento sobre a cor dos grãos de arroz parboilizado de cultivares de terras altas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 221-234,2011.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, p.1020, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v. 29, n. 12, p. 1-82, 2016.
- MASSARETTO, I.L. Estudo comparativo de macronutrientes, compostos bioativos e capacidade antioxidante de arroz preto, vermelho e selvagem. **Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2013.

MUTHAYYA, S. *et al.* An overview of global rice production, supply, trade, and consumption. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1324, p. 7-14, 2014.

PARAGINSKI, R. T. *et al.* Propriedades tecnológicas e de cocção em grãos de arroz condicionados em diferentes temperaturas antes da parboilização. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 146, 2014.

PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P. **As variedades de arroz vermelho brasileiras**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2014.

SOMPONG, R. *et al.* Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Sri Lanka. **Food Chemistry**, v.124, n.1, p.132-140, 2011.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO): 4ª edição revisada e ampliada. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). 2011.

Capítulo 34

Massas de pastéis elaboradas com farinhas de vegetais

Mariuze Loyanny Pereira Oliveira¹; Maria Creuza Pereira Oliveira²; Thays Carlyne Nascimento Ramos³; Kessia Lenis Vieira Costa³; Renata Nolasco Braga³; Thalita Rodrigues Martins³; Claudia Regina Vieira⁴

Resumo

Massas alimentícias frescas são produtos altamente consumidos em todo mundo. Visando a utilização de farinhas de vegetais, objetivou-se elaborar uma massa alimentícia fresca para pastel incorporada com de farinha de beterraba e farinha de batata doce. As farinhas foram adicionadas em substituição à farinha de trigo, optou-se pela incorporação de 10 % da farinha de vegetais para elaboração de massas alimentícias fresca para pastéis. Em seguida, as massas foram analisadas quanto sua composição centesimal. O teor de proteína de todas as massas alimentícia elaboradas foram superiores ao recomendado pela RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000 da ANVISA. O teor de lipídeo nas massas frescas foi aumentado com a incorporação das farinhas, contudo nessas mesmas formulações a absorção de óleo foi extremamente menor quando comparado com a padrão, sendo benéfico do ponto de vista nutricional. A adição de farinha de vegetais também proporcionou um aumento no teor de cinzas em todas as amostras quando comparadas com a padrão e tal incremento se manteve após a fritura. Concluiu-se que as farinha de beterraba e batata doce, podem favorecer no valor nutritivo de massas alimentícias destinadas a produção de pastéis, bem como mostrou-se ser uma nova forma de incentivo ao consumo de vegetais.

Palavras-chave: *Beta vulgaris*. *Ipomea batatas*. composição centesimal. enriquecimento

¹ Técnica Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Pedagoga

³ Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

⁴ Professora Adjunto IV do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

Introdução

O recente panorama mundial abrange uma mudança no perfil nutricional da população, que busca utilizar alimentos práticos e de fácil preparo aliados à qualidade nutritiva, trazendo assim bem-estar e benefícios à saúde do consumidor. Neste âmbito, têm sido desenvolvidos produtos alimentícios funcionais pela incorporação de proteínas, fibras e/ou antioxidantes, ou pela redução do teor de gordura (PAUCAR-MENACHO *et al.*, 2008).

Uma alternativa para auxiliar nessa demanda, pode ser direcionada para elaboração de massas alimentícias, dentre elas a massa fresca para pastel, amplamente consumida devido seu baixo custo, fácil preparação, conveniência, acessibilidade e longa vida útil. Geralmente é preparado com dois ingredientes básicos: farinha de trigo e água, podendo ser adicionado de outros produtos (BIERNACKA *et al.*, 2017; SOZER, 2009).

Devido à praticidade, o mercado para o pastel tem uma enorme aceitação por pessoas de todas as idades e de diferentes classes sociais. Segundo pesquisa realizada pelo Questionário de Frequência Alimentar (QFA) sobre a avaliação do percentual de consumo alimentar de adolescentes, 32,6% consomem pastel até duas vezes por semana e o consumo de pastel supera outros alimentos práticos como a pizza com um diferencial de 3,9% (HOFFMANN, 2010).

As massas alimentícias comuns presentes no mercado brasileiro apresentam baixo teor de fibras, vitaminas, minerais e proteínas e por consequência de serem elaboradas basicamente por carboidrato apresentam alto valor energético (MINGUITA *et al.*, 2015).

A batata doce (*Ipomea batatas*) é uma boa fonte de nutrientes por apresentar considerável conteúdo de fibras, proteínas, lipídios e cinzas, sendo uma importante fonte de minerais, com destaque para o potássio, fósforo, cálcio, magnésio e sódio (SUN *et al.*, 2014). A beterraba contém altos teores de betalaínas, uma classe de pigmento natural que possui elevada atividade antioxidante, além disso é fonte de vitaminas do complexo B e de minerais como sódio, potássio, zinco e magnésio Segundo (Nemzer *et al.* 2011)

Diante deste contexto, a proposta deste estudo é incorporar farinhas de vegetais à farinha de trigo, para elaborar massas alimentícias frescas para pastel com objetivo de um possível aumento do valor nutricional do produto final e elaboração de produto que vise o consumo de ingredientes.

Material e métodos

Foram preparadas três formulações de biscoitos: uma formulação padrão utilizando apenas farinha de trigo (0%FC), uma com acréscimo de 10 % de farinha de beterraba (10%FB) e a terceira adicionando 10 % de farinha de batata doce em relação a quantidade total de farinha de trigo (10%FBD) (Figuras 1 e 2). O procedimento de preparo e a quantidade dos demais ingredientes foram iguais. Todos ingredientes utilizados nas formulações foram adquiridos no comércio local de Montes Claros – MG.

A proporção de ingredientes utilizados foi escolhida a partir de testes de formulações, e apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Ingredientes da formulação padrão

Ingredientes	Quantidades
Farinha de trigo (g)*	100,0
Água (g)	48,0
Óleo de milho(g)	4,0
Sal (g)	2,7

Legenda: *Farinha de trigo comercial e sem fermento.

A produção das massas de pastel iniciou-se pela pesagem dos ingredientes em balança semianalítica (marca MARTE, BL3200H). O preparo das massas ocorreu manualmente. Inicialmente os ingredientes secos foram misturados e em seguida a água foi adicionada aos poucos até obtenção de uma massa com consistência semelhante à “farofa”. Esta massa foi laminada em cilindro manual (marca BOTINI) até adquirir consistência homogênea e espessura desejada. A massa foi enrolada juntamente com filme plástico e embalada em saco plástico. Posteriormente foram armazenadas sob refrigeração entre 4°C a 8°C para realização das análises físico-químicas e sensoriais. Parte da massa foi recordada em tiras de 10 x 6cm e frita sob imersão em óleo a 180°C. Após fritura foram dispostos em papel toalha absorvente para resfriamento, e submetidos as análises físico-químicas e tecnológicas.

A composição centesimal das farinhas (beterraba e batata doce), massas de pasteis cruas e fritas foram determinadas em triplicata segundo metodologia descrita pela AOAC (2011) quanto ao teor de umidade, proteínas totais (fator de conversão de nitrogênio universal de 5,70) e cinzas. A determinação da fração lipídica total foi determinada por metodologia de Bligh e Dyer (1959). O

teor de carboidratos totais foi calculado por diferença percentual, subtraindo-se do total a soma de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos. O valor energético dos produtos foi calculado com base nos valores de lipídios, proteínas e carboidratos, que fornecem 9, 4 e 4 kcal/g, respectivamente (BRASIL, 2003). Os tipos de massas utilizadas na avaliação foram massa crua padrão (MCP), Massa crua de farinha de beterraba (MCFB), Massa crua de farinha de batata doce (MCFBD), Massa frita padrão (MFP), Massa frita de farinha de beterraba (MFFB), Massa frita de farinha de batata doce (MFFBD), Farinha de beterraba (FB), Farinha de batata doce (FBD)

Os dados foram avaliados estatisticamente através do software Agroestat 1.10 utilizando delineamento inteiramente casualizado (DIC) pela Análise de Variância (ANAVA) e os resultados para os quais foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,05$), foram analisados pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5 %.

Resultados e discussão

Os resultados da composição centesimal das farinhas e das massas de pastéis estão apresentados na Tabela 2.

A substituição parcial da farinha de trigo por farinha de beterraba e batata doce enriqueceu nutricionalmente as massas quando comparadas com algumas marcas tradicionais de massa de pastel comerciais. Todas as formulações de massa fresca obtiveram teores de umidade superiores ao recomendado pela RDC n° 93, de 31 de outubro de 2000 da ANVISA para ser considerada uma massa alimentícia úmida ou fresca por não ser submetida a um processo de secagem parcial, que seria menor que 35% (BRASIL, 2000).

Após a fritura, as massas frescas para pasteis padrão, com farinha de beterraba e com farinha de batata doce (Figura 1) apresentaram valores de umidade de 6,01; 5,43 e 8,04g/100g respectivamente havendo diferença estatística entre elas, sendo a massa com farinha de batata doce a de maior valor de umidade. A mesma legislação determina o teor de proteínas entre 8 e 15 %, logo, o teor para todas as massas alimentícia elaboradas foram superiores ao esperado. Contudo os valores obtidos pelas formulações controle, foram semelhantes estatisticamente ao formulado utilizando a farinha de batata doce o que pode ser explicado possivelmente devido à qualidade da farinha de trigo e de batata doce, bem como ao menor conteúdo de proteínas presente na farinha de beterraba.

A incorporação das farinhas de vegetais enriqueceu o produto final em relação ao conteúdo de lipídeos, sendo este observado na tabela 2. Também houve diferença significativa entre as formulações para todas as outras variáveis avaliadas. Além disso, aproximou-se dos valores de

Tabela 2 – Composição centesimal e valor energético das massas de pastéis

	MCP	MCFB	MCFBD	MFP	MFFB	MFFBD	FB	FBD
Um (%)**	36,60 ± 0,02e	36,58 ± 0,03e	37,4 ± 0,02e	6,01 ± 0,24cd	5,43 ± 0,46d	8,04 ± 0,63a	6,56 ± 0,21bc	7,04 ± 0,10b
Ptn (%) ^{1**}	11,59 ± 0,10b	10,75 ± 0,07b	10,71 ± 0,18b	7,28 ± 0,03a	9,11 ± 0,36ab	8,05 ± 0,07a	11,52 ± 0,16b	6,16 ± 0,12ab
Lip (%) ^{1**}	0,24 ± 0,00d	0,45 ± 0,01d	0,89 ± 0,06c	7,36 ± 0,25a	5,61 ± 0,11b	5,56 ± 0,11b	0,30 ± 0,02d	0,34 ± 0,05d
Cnz (%) ^{1**}	3,56 ± 0,05bc	4,08 ± 0,03b	4,05 ± 0,02bc	2,63 ± 0,08d	3,10 ± 0,01bc	3,53 ± 0,07bc	6,61 ± 0,05a	2,73 ± 0,03c
CHO (%) ²	84,61	84,72	84,35	82,72	82,17	82,86	81,56	90,77
VE (kcal/g) ³	386,97	385,95	388,25	426,28	415,66	413,67	375,08	390,78

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ Resultados em base seca; ² Calculados por diferença: 100 - % umidade (Um) - % proteínas (Pnt) - % lipídeos (Lip) - % cinzas (Cnz); ³ Valor energético (VE) = 9 x lipídeos (%) + 4 x proteínas (%) + 4 x carboidratos (CHO) % . ** significativo a 1% de probabilidade, * significativo a 5% de probabilidade, NS não significativo.

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Figura 1 - Massa de pastel com farinha de beterraba: (A) Massa crua; (B) Massa frita; Massa de pastel com farinha de batata doce: (C) Massa crua; (D) Massa frita.

(A)



(B)



(C)



(D)



Fonte: Dos autores, 2017

Fonte: Dos autores, 2017

carboidratos e valor calórico da massa fresca, indicando que farinha de vegetais alternativos possuem potencial para manter ou elevar energeticamente alimentos. Outra importante observação foi a absorção de óleo após a fritura, sendo significativamente menor nas massas com as farinhas de vegetais. Tais respostas soam extremamente benéficas, pois o consumo de gorduras, especialmente as gorduras saturadas e trans são classicamente relacionadas a hipercolesterolemia e aumento de risco cardiovascular (SANTOS *et al.*, 2013).

O conteúdo de cinzas representa o conteúdo total de minerais de uma amostra alimentícia (ZAMBLAZI, 2010). A adição de farinha de vegetais proporcionou um aumento no teor de cinzas em todas as amostras quando comparadas com a padrão, tal incremento se manteve após a fritura. Assim sendo, todas as amostras do presente estudo podem contribuir para a ingestão de minerais na alimentação.

Conclusão

A incorporação de 10 % de farinha de beterraba e batata doce permitiu a elaboração de uma massa alimentícia fresca com reduzido teor de lipídeos após a fritura. O processamento da massa alimentícia apresentou ser viável por contribuir com o valor nutritivo do produto, logo a adição de farinhas de vegetais mostrou ser uma nova forma de incentivar o consumo de alimentos nutritivos. Os teores de umidade não estavam de acordo com a legislação, logo, vê-se a necessidade de ajuste tecnológico. Também, faz-se necessário a incorporação de novas porcentagens da farinha de vegetais para uma melhor avaliação dos efeitos de seus compostos na massa alimentícia.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Referências

- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of analysis of AOAC International**. 18. ed. Washington: AOAC, 2011.
- BLIGH, E. G., DYER, W. J., A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, v. 37, p. 911–917, 1959.
- PAUCAR-MENACHO, L. M.; SILVA, L. H.; BARRETTO, P. A. A.; MAZAL, G.; FAKHOURI, F. M.; STEEL, C.J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado protéico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante. *Food Science and Technology*, v. 28, n.4, p. 767-778, 2008.

- BIERNACKA, B. *et al.* Physical, sensorial, and antioxidant properties of common wheat pasta enriched with carob fiber. **Food Science and Technology**, [S.I], v. 77, p. 186-192, apr. 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000. Regularmento técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Massa Alimentícia. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 01 nov. 2000. Disponível em: <<http://legis.anvisa.gov.br/leisref/public>>. Acesso em: 28 maio 2019.
- SOZER, N. Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums. **Food Hydrocolloids**, [S.I], v. 23, n. 3, p.849-855, may 2009.
- HOFFMANN, M.; SILVA, A. C. P. da; SIVIERO, J. Prevalência de hipertensão arterial sistêmica e inter-relações com sobrepeso, obesidade, consumo alimentar e atividade física, em estudantes de escolas municipais de Caxias do Sul. **Pediatria**, São Paulo, v. 32, n.3, p. 163 - 172, 2010.
- NEMZER, B.; PIETRZKOWSKI, Z.; SPÓRNA, A.; STALICA, P.; THRESHER, W.; MICHALOWSKI, T. Wybraniec S. Betalainic and nutritional profiles of pigment-enriched red beet root (*Beta vulgaris L.*) dried extracts. **Food Chemistry**, v.127, n.1, p. 42- 53, 2011.

Capítulo 35

Potencial antioxidante de frutos do Cerrado do norte de Minas Gerais

Amanda Laís Alves Almeida Nascimento¹, Lenita Sena de Assis², Igor Viana Brandi³, Carla Adriana Ferreira Durães⁴, Juliana Pinto de Lima⁵, Bruna Mara Aparecida de Carvalho*⁵

Resumo

A região do Cerrado possui uma notória diversidade, tendo destaque por sua variedade em espécies frutíferas nativas e comestíveis, potenciais matérias-primas para o uso agrícola. Os frutos provenientes da região vêm se destacando por seu alto valor nutricional e funcional agregados, em específico, quanto às suas propriedades antioxidantes. O objetivo do presente trabalho foi determinar o potencial antioxidante e teor de compostos fenólicos das polpas dos frutos do Cerrado de araticum (*Annona crassiflora*), buriti (*Mauritia flexuosa*), coquinho azedo (*Butia capitata*), cagaita (*Eugenia dysenterica*) e cajá (*Spondias mombin*). Os extratos com os maiores teores de compostos fenólicos totais foram araticum (433,80 mg AGE/g) e coquinho (173,5 mg AGE/g). A polpa de araticum apresentou o maior potencial antioxidante, pois apresentou a menor EC₅₀ (0,04 mg/mL). Os resultados encontrados evidenciam o potencial atrelado aos compostos bioativos dos frutos do Cerrado em estudo.

Palavras-chave: caracterização química; compostos bioativos; polpa de frutas.

Introdução

A ecorregião do Cerrado brasileiro possui grande diversidade e características específicas. A elevada quantidade de frutos comestíveis e a abundância em espécies frutíferas nativas fazem dessa região a savana tropical mais diversificada do mundo (SCHIASSI *et al.*, 2018). Além disso, a região se dá também como um importante centro de produção de alimentos, fibras e outros produtos,

¹ Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa (UFV)

² Graduando em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

³ Professor Associado, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG

⁴ Técnica Administrativa, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG

⁵ Professor Adjunto, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG

* E-mail para correspondência: brunacarvalho@ufmg.br

auxiliando a integração do desenvolvimento sustentável e propiciando para a população maior qualidade de vida (AVIDOS; FERREIRA, 2000).

A dimensão da savana em questão destaca a relevância de pesquisas que venham a justificar a preservação e manejo de sua biodiversidade, de forma a garantir a manutenção de espécies para as gerações presentes e ainda por vir, dada notória importância ambiental.

Dentre as variadas espécies vegetais presentes no Cerrado, aquelas que se destacam em relação ao potencial de utilização agrícola são seus frutos. Diante disso, informações em relação às características físico-químicas e ao valor nutricional e funcional dos mesmos são de extrema importância para impulsionar a produção e o consumo de produtos inovadores com valor agregado (SILVA *et al.*, 2008).

As frutas são ricas fontes em compostos antioxidantes, e alguns estudos sugerem que a ingestão diária desses compostos pode efetivamente auxiliar na proteção contra processos oxidativos (SOUSA *et al.*, 2018). Os radicais livres e oxidantes derivam de fontes internas, incluindo metabolismo e fontes externas (poluição, fumaça de cigarro e radiação, entre outros). O acúmulo dessas substâncias pode desencadear doenças crônicas, como câncer, doenças autoimunes, processos de envelhecimento, catarata, artrite reumatóide e doenças cardiovasculares. Antioxidantes são substâncias que se ligam a radicais livres, impedindo o ataque a lipídios, aminoácidos de proteínas e bases de DNA, bem como a formação de lesões e a perda da integridade celular (VAN BREDA; KOK; VAN DELFT, 2008; SUZUKI-SUGIHARA *et al.* 2016).

Compostos fenólicos são antioxidantes derivados de ácidos benzóico e cinâmico que interagem com espécies radicais e são consumidos durante a reação; estes compostos também atuam como bloqueadores de reações em cadeia. Eles são amplamente distribuídos na natureza (DUTRA *et al.*, 2017).

Conforme o apresentado, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação do teor de compostos fenólicos e potencial antioxidante de polpas dos frutos do Cerrado (araticum, buriti, coquinho azedo, cagaita e cajá)

Material e métodos

As amostras foram adquiridas junto a comunidades da região do norte de Minas Gerais, sendo elas dos frutos araticum (*Annona crassiflora*), buriti (*Mauritia flexuosa*), coquinho azedo (*Butia capitata*), cagaita (*Eugenia dysenterica*) e cajá (*Spondias mombin L.*). Todas as análises foram executadas em triplicata, cada qual com três repetições.

Preparação dos extratos Metanólico-Acetanólico

Para a análise dos compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante total, foram obtidos os extratos da polpa dos frutos de acordo com o método adaptado de Rufino *et al.* (2007). Cinco gramas de cada amostra foram diluídas em 10 mL de metanol 50%. Após 1 hora, a solução obtida foi centrifugada a 4000 rpm por 30 minutos. O sobrenadante foi transferido para um balão de 25 mL. Para o precipitado, adicionamos 10 mL de acetona 70% e homogeneizamos. Após 1 hora, centrifugou-se novamente a 4000 rpm por 30 minutos. O sobrenadante foi transferido para um balão de 25 mL e o volume completado.

Compostos fenólicos totais

A análise dos compostos fenólicos totais foi adaptada de Singleton e Rossi (1965). Utilizou-se o extrato amostral (0,5 mL), a solução de Folin-Ciocalteu a 10% (2,5 mL) e a solução de carbonato de sódio a 4% (2 mL). Após 2 horas, foi executada uma leitura em espectrofotômetro, a comprimento de onda de 750 nm. Os resultados foram expressos em miligramas de ácido gálico equivalente por 100 gramas da amostra (mg AGE/100 g). A curva padrão para o ácido gálico utilizado na determinação do mesmo nas amostras foi realizada utilizando-se um padrão de ácido gálico.

Capacidade antioxidante total

Para a determinação da capacidade antioxidante total (CAT) utilizou-se a metodologia descrita por Re *et al.* (1999), com adaptações. Esta metodologia propõe que o radical roxo DPPH estável venha a descolorir em reações com antioxidantes presentes na amostra, assim quanto maior a capacidade antioxidante da amostra, maior a perda de reagente de DPPH aparente, com conseqüente diminuição na leitura de absorbância.

Para preparar as curvas para cada fruto, foram utilizados 0,1 mL do extrato das amostras descritas na seção 2.3 em várias diluições e 3,9 mL de solução de DPPH. A leitura foi feita após 1 hora e 30 minutos de reação. Este tempo foi determinado após testes preliminares da estabilização das leituras no espectrofotômetro.

O cálculo da EC₅₀ para percentual de inibição da oxidação radical foi calculado utilizando-se a Equação 1.

$$\% \text{ Inibição} = ((\text{Abs}_{\text{DPPH}} - \text{Abs}_{\text{Extr}}) / \text{Abs}_{\text{DPPH}}) * 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde o ABS_{DPPH} representa a absorbância obtida a partir da solução DPPH (60 μ m) e a Ab_{Extr} , a absorbância do extrato de cada amostra.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, a nível de confiança de 95% ($p < 0,5$) pelo teste de Tukey, os valores médios foram comparados. Empregou-se o pacote de *software* estatístico SAS, sistema de análise estatística, versão 9.1.

A correlação entre a CAT e o teor de compostos fenólicos totais foi calculada utilizando-se o pacote estatístico Bioestat, versão 5.3, com nível de significância de 5%.

Resultados e discussão

Os resultados das análises de conteúdo de compostos fenólicos e capacidade antioxidante total estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Teor fenólico total e capacidade antioxidante de frutos nativos do Cerrado do Norte de Minas Gerais

Polpa de fruta	Fenólicos totais (mg AGE/100 g)	EC ₅₀ (mg/mL)
Araticum	433.75 \pm 0.07a	0.04 \pm 0.04d
Buriti	90.24 \pm 0.01c	3.27 \pm 0.25b
Cagaita	143.81 \pm 0.03b	0.73 \pm 0.08c
Cajá	58.27 \pm 0.01c	4.68 \pm 0.06a
Coquinho	173.49 \pm 0.06b	0.77 \pm 0.12c

Fonte: Dos autores, 2018.

Legenda: AGE: Ácido gálico equivalente. Média \pm Desvio padrão (n = 3).

Nota: Fenólicos totais por 100 g de polpa de frutas. As médias com as mesmas letras na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Os extratos com os maiores valores de compostos fenólicos totais foram os de araticum (433,80 mg AGE/g). Cajá (58,27 mg AGE/g) e buriti (90,24 mg AGE/g) apresentaram o menor teor de compostos fenólicos.

As polpas de araticum, coquinho e cagaita apresentaram alto teor de fenólicos quando comparadas com outras polpas de frutas tradicionais como o tamarindo (23,57 mg AGE/g), caju (201,61 mg AGE/g) e goiaba (104,79 mg AGE/g) relatados por Vieira *et al.* (2011). Para cajá, este mesmo pesquisador encontrou 70,92 mg AGE/g. Esse valor foi maior que o valor relatado no presente estudo (58,3 mg AGE/g). O conteúdo de compostos fenólicos em frutos varia amplamente com a espécie, a safra, o local, época da colheita e a estação do ano. Em geral, o alto teor de fenólicos totais observados no presente estudo demonstra o grande potencial de compostos bioativos apresentados pelos frutos do Cerrado do norte de Minas Gerais.

A análise utilizada para a determinação de CAT foi baseada na transferência de elétrons entre os antioxidantes na amostra e a DPPH radical estável. Esta reação descolore o reagente roxo de DPPH, causando uma diminuição na absorbância com o potencial antioxidante crescente. Portanto, amostras com menor teor de EC₅₀ foram aquelas que apresentaram maior CAT (Tabela 1).

A polpa de Araticum apresentou o menor valor de EC₅₀ (0,04 mg/mL) e, conseqüentemente, o maior potencial antioxidante. A polpa de cajá apresentou o maior valor de EC₅₀ (4,68 mg/mL) e, portanto, o menor potencial antioxidante.

Roesler *et al.* (2007) constatam que a polpa de Araticum apresentou um valor EC₅₀ de 0,14882 mg/mL, maior que o valor obtido no presente estudo (0,04 mg/mL). Para cagaita, este mesmo pesquisador encontrou EC₅₀ de 0,387 mg/mL, ligeiramente menor do que o valor apresentado neste estudo (0,73 mg/mL).

A correlação encontrada entre o CAT e o teor de compostos fenólicos totais foi negativa e de alta magnitude, mas não significativa ($r = -0,7343$; $p = 0,3751$), não sendo possível afirmar que com o aumento do conteúdo de compostos fenólicos, a atividade antioxidante vem a aumentar. No entanto, quando a correlação foi testada sem os dados obtidos para a polpa de Araticum, a correlação aparentemente aumentou ($r = -0,9717$; $p = 0,6833$). A capacidade antioxidante da polpa de araticum está provavelmente ligada a outros grupos como carotenóides, clorofila e vitaminas, entre outros.

Conclusão

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que o araticum e a cagaita tiveram a maior capacidade antioxidante. Além disso, as polpas com maior teor de compostos fenólicos foram araticum e coquinho.

O presente estudo fornece importantes informações acerca dessas polpas de frutas, sendo possível ressaltarmos seu grande potencial bioativo que pode ser explorado pela indústria para agregar valor aos produtos e, conseqüentemente, à sua origem, o Cerrado.

Agradecimentos

Ao CNPq e à FAPEMIG pelo apoio financeiro desta pesquisa.

Referências

- AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos dos cerrados: preservação gera muitos frutos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 3, n. 15, p. 36-41, 2000.
- DUTRA, R. L. T.; DANTAS, A. M.; MARQUES, D. de A.; BATISTA, J. D. F.; MEIRELES, B. R. L. de A.; DE M. C., Â. M. T. BORGES, G. da S. C. Bioaccessibility and antioxidant activity of phenolic compounds in frozen pulps of Brazilian exotic fruits exposed to simulated gastrointestinal conditions. **Food Research International**, v. 100, p. 650–657, 2017. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2017.07.047>
- RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, n. 9–10, p. 1231–1237, 1999. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10381194>
- ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 53–60, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000100010>
- RUFINO, M. D. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. D.; MORAIS, S. D.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Embrapa Agroindústria Tropical - Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007.
- SCHIASSI, M. C. E. V.; SOUZA, V. R. de; LAGO, A. M. T.; CAMPOS, L. G.; QUEIROZ, F. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, v. 245, p. 305–311, 2018. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2017.10.104>
- SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. de O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790–1793, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000600051>
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Jr. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144–158, 1965.
- SOUSA, S. H. B. de; MATTIETTO, R. de A.; CHISTÉ, R. C.; CARVALHO, A. V. Phenolic compounds are highly correlated to the antioxidant capacity of genotypes of *Oenocarpus distichus* Mart. fruits. **Food Research International**, v. 108, p. 405–412, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.056>
- SUZUKI-SUGIHARA, N.; KISHIMOTO, Y.; SAITA, E.; TAGUCHI, C.; KOBAYASHI, M.; ICHITANI, M.; ... KONDO, K. Green tea catechins prevent low-density lipoprotein oxidation via their accumulation in low-density lipoprotein particles in humans. **Nutrition Research**, v. 36, n. 1, p. 16–23, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2015.10.012>
- VAN BREDA, S. G. J.; KOK, T. M. C. M. de; VAN DELFT, J. H. M. Mechanisms of colorectal and lung cancer prevention by vegetables: a genomic approach. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 19, n. 3, p. 139–157, 2008. <https://doi.org/10.1016/J.JNUTBIO.2007.04.002>

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. de. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 888–897, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000099>

Capítulo 36

Uso de técnicas espectroscópicas (uv-vis) para classificação e detecção de cereais não maltados em cervejas comerciais.

Ana Caroline De Souza Silva*¹; Danielly Araujo Nobre²; Emily Sabrina Castor Martins³; Verônica Martins Alves Souza⁴; Rodolpho César Dos Reis Tinini⁵.

Resumo

A bebida fermentada a partir de água, cereais maltados (podendo conter outros adjuntos) e lúpulo, denomina-se cerveja. O uso de técnicas de análise rápidas pode vir a ser uma alternativa para a melhoria do processo, redução dos custos e tornar o processo de análise mais seguro livre de fraudes, garantindo um produto de qualidade ao consumidor. Propõe-se como objetivo a obtenção de subsídios que permitam a aplicação de técnicas de instrumentação não destrutiva (Espectroscopia UV-Vis) para auxílio no processo de análise de qualidade de cerveja utilizando mineração de dados. Foram utilizadas para as análises dez variedades comerciais de cervejas tipo lager, divididas entre puro malte e com adjuntos. Para análise espectroscópica foram analisadas em um espectrofotômetro de absorvância no espectro UV-Vis (Ultravioleta – Visível) no espectro de 200 as 800nm. Quanto às análises físico-químicas foram avaliadas a cor (EBC) e pH, com um total de três repetições por marca em triplicata, totalizando 90 amostras. Após as análises laboratoriais os dados foram processados e analisados através de sistemas inteligentes de classificação supervisionada (SVM – Support Vector Machine, ANN – Artificial Neural Network, e KNN), visando verificar a separação entre as classes indicadas e também em faixas de qualidade físico-química utilizando os softwares Spyder e Orange em linguagem de programação Python. Observou-se também que a utilização de técnicas espectroscópicas no espectro UV-Vis para análises rápidas de qualidade, apresentam potencial para distinção de detecção de uso de adjuntos cervejeiros e possíveis fraudes ou contaminações na indústria, e por órgãos de análise de qualidade, garantindo a qualidade do produto e evitando danos ao consumidor.

Palavras-chave: Adjuntos. Bebida. Cor. Qualidade.

¹ Acadêmica do curso de Engenharia de Alimentos – UFMG: carol_souza95@yahoo.com.br

² Acadêmica do curso de Engenharia de Alimentos – UFMG: nobredanielly@yahoo.com.br

³ Acadêmica do curso de Engenharia de Alimentos – UFMG: ecemilypassarinho94@gmail.com

⁴ Acadêmica do curso de Engenharia de Alimentos – UFMG: samartins01.veronica@gmail.com

⁵ Doutor/Professor – Instituto de Ciências Agrárias, UFMG: rodolphotinini@ica.ufmg.br

Introdução

A bebida fermentada a partir de água, cereais maltados (podendo conter outros adjuntos) e lúpulo, denomina-se cerveja. Atualmente, a inserção de adjuntos na cerveja como uma substituição parcial da cevada milho, arroz ou açúcar é uma prática comum, como o uso de estabilizantes químicos e antioxidantes, o que segundo alguns autores pode trazer prejuízos a qualidade do produto (DI GHIONNO *et al.*, 2017; GATRELL; REID; STEIGER, 2018; NERY; KUBOTA, 2016).

Um mercado em franca expansão como o cenário brasileiro é palco de inúmeras discussões sobre qualidade da bebida bem como sua composição, assim, observamos um rearranjo dos consumidores e um crescimento da procura por produtos intitulados puro malte. Isto traz aos produtores um grande interesse em analisar os atributos básicos da cerveja, visando adequar o seu produto, entender as preferências do consumidor e reformular suas receitas.

Existem técnicas de detecção rápida e não destrutivas que podem ser muito úteis para monitorar e gerenciar diferentes fraudes na indústria de bebidas. Neste sentido, o uso de técnicas de análise rápidas pode vir a ser uma possibilidade para a melhoria do processo, redução dos custos e tornar a análise mais segura, livre de fraudes, garantindo um produto de qualidade ao consumidor. (COELHO DE OLIVEIRA *et al.*, 2017; PALACIOS-MORILLO *et al.*, 2013).

Dentre as opções de análise rápida, os estudos espectrais por absorvância e transmitância no espectro visível mostram seu potencial de uso como base para o desenvolvimento de sistemas de detecção e avaliação de componentes químicos e características físicas, além de outras propriedades, estas técnicas tem por propriedade gerar uma grande quantidade de características dos produtos, o que faz necessário a interpretação adequada dos mesmos.

Para tanto, faz se necessário o uso de técnicas matemáticas para agrupamentos, classificações e predições, dentre tantas temos a utilização da mineração de dados, que se trata de uma técnica que aborda a análise em grandes bases de dados, seja para tomada de decisão ou conhecimento das características de um determinado objeto de estudo, são muito aplicadas na indústria agroalimentar, seja para análise de produtos agrícolas, alimentos processados, bebidas, etc.

Propõe-se como objetivo deste estudo a aplicação de técnicas de instrumentação não destrutiva (Espectroscopia UV-Vis) para auxílio no processo de análise de qualidade de cerveja utilizando mineração de dados.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Centro de Pesquisa em Ciências Agrárias (CPCA), no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA-UFMG), localizado em Montes Claros, norte de Minas Gerais.

Foram utilizadas dez amostras de cervejas comerciais classificadas como *American Standard Lager*, de acordo com a classificação da *Brewers Association (BA)*, estas dez amostras foram divididas em cinco amostras consideradas “cerveja puro malte” e cinco amostras consideradas “cerveja com adjuntos”. As amostras utilizadas estavam acondicionadas em latas de alumínio e foram adquiridas em uma rede de supermercados na cidade de Montes Claros – MG, todos os produtos foram acondicionados em temperatura ambiente para posterior análise em laboratório.

Para o estudo dos produtos, cada marca foi analisada em triplicata, totalizando 30 amostras de produto, mas devido a uma avaliação de outliers através da análise de χ^2 , 2 amostras foram retiradas, fato este pode ter ocorrido por falha na leitura do equipamento, finalizando assim um total de 28 amostras (13 – “cerveja puro malte” e 15 – “cerveja com adjuntos”).

A avaliação não destrutiva através da espectroscopia foi realizada em um espectrofotômetro de absorbância no espectro UV-Vis (Ultravioleta – Visível) nos comprimentos de ondas de 200 as 800 nm. As amostras utilizadas seguiram o padrão de 3 repetições por marca e diluição em água destilada de 30x o volume da amostra, em seguida foi coletado o espectro de absorbância para cada amostra.

As análises físico-químicas para caracterização das amostras foi realizada através das medidas de cor (EBC), acidez titulável total (mEq.l^{-1}) e pH (AOAC, 2012; TECHNICAL COMMITTEE, 2011).

O conjunto de dados espectrais coletados através de espectroscopia no UV-Vis foi submetido a um estudo de mineração de dados, as amostras foram organizadas em uma matriz *Dataset m x n* (m – colunas e n – linhas), nas colunas temos a resposta espectral da amostra nos comprimentos de onda coletados, e nas linhas temos as amostras de cerveja em suas respectivas repetições. Em seguida, foram aplicados algoritmos de classificação (knn, Redes Neurais Artificiais e Support Vector Machine).

Antes da modelagem e aplicação de cada técnica de classificação os dados foram separados em Train Data e Test Data, o Train Data foi composto por 70% das amostras (Modelagem) e o Test Data com 30% das amostras (Validação).

Para avaliar a qualidade dos dados, foi avaliado a matriz de confusão dos dados de classificação e calculados as figuras de mérito do modelo (Acurácia, Precisão e Sensibilidade), os

dados foram modelados e analisados utilizando as ferramentas Spyder e Orange3 em ambiente de programação Python.

Resultados e Discussão

Inicialmente foi analisado as características físico - químicas cor (EBC) e pH das amostras de cerveja (Tabela 1). Os diferentes tratamentos foram analisados para verificar se há uma diferença entre as amostras, e se é possível classificá-las através de técnicas espectroscópicas e de mineração de dados, procurando também um indicativo de melhor técnica para tal.

Tabela 1 – Caracterização físico-química das amostras “cerveja puro malte” e “cerveja com adjuntos”

COR(EBC)										
Cervejas/Amostra	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	T6	T7	T8	T9	T10
1	3.66	4.10	4.27	5.08	3.01	3.88	2.79	3.05	3.28	2.84
2	3.57	4.06	4.25	5.14	3.07	3.92	2.84	3.26	3.36	2.67
3	3.53	4.04	4.33	5.14	3.07	3.92	2.81	3.21	3.36	2.84
Média	3.58	4.07	4.28	5.12	3.05	3.91	2.81	3.18	3.33	2.78
Desvio Padrão	0.07	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.11	0.05	0.10
Ph										
Cervejas/Amostra	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	T6	T7	T8	T9	T10
1	4.67	4.46	4.27	4.27	4.35	4.31	4.27	4.07	4.25	3.95
2	4.23	4.40	4.26	4.26	4.34	4.31	4.26	4.08	4.27	3.91
3	4.24	4.43	4.36	4.36	4.38	4.29	4.26	4.10	4.32	3.90
4	4.36	4.40	4.27	4.27	4.34	4.31	4.27	4.03	4.27	3.99
5	4.29	4.41	4.27	4.27	4.38	4.36	4.28	3.99	4.28	4.00
6	4.31	4.41	4.36	4.36	4.37	4.34	4.31	3.98	4.29	4.02
7	4.27	4.44	4.31	4.31	4.34	4.36	4.32	4.02	4.28	3.94
8	4.28	4.41	4.27	4.27	4.44	4.35	4.35	3.97	4.30	3.90
9	4.30	4.44	4.20	4.20	4.38	4.37	4.35	4.04	4.31	3.88
Média	4.33	4.42	4.29	4.29	4.37	4.33	4.30	4.03	4.29	3.94
Desvio Padrão	0.13	0.02	0.05	0.05	0.03	0.03	0.04	0.05	0.02	0.05

Fonte: Dos autores, 2019.

Nas construções dos modelos de classificação, foi possível verificar que podemos classificar e separar através de espectroscopia no UV-Vis diferentes tratamentos analisados. Logo, a aplicação de técnicas de espectroscopia UV-Vis e classificação através de mineração de dados, mostram potencial para análises rápidas em cervejas comerciais.

A Tabela 1 mostra os valores para caracterização das amostras e foi realizada através das medidas de cor (EBC) e pH, estes resultados obtidos para estas amostras, se mostraram similares aos apresentados por DI GHIONNO *et al.* (2017), principalmente para os valores de pH variando entre 4.7 a 3.9, os valores mais próximos encontrados pelo autor se aproximam dos valores encontrados pelas “cerveja puro malte”. Para cor os valores se diferem principalmente na “cerveja com adjuntos”, isto se dá por cereais não maltados ou adjuntos que contribuem para o aumento do açúcar no mosto não apresentarem contribuição para cor do mesmo. O que pode interferir na cor mais baixa na escala EBC, diferente da “cerveja puro malte”.

Após a análise físico-química, foi feita a construção dos modelos de classificação com os dados de absorvância extraídos do espectrofotômetro UV-VIS, este modelamento foi construído através dos classificadores, knn, Redes Neurais Artificiais e Support Vector Machine, e a seguir são apresentadas a análise de qualidade dos modelos através da matriz de confusão e as figuras de mérito (Tabela 2).

A Tabela 2 demonstra para que os modelos apresentam valores de porcentagem de acertos acima de 70% para todas as classificações, o que indica que estes são adequados para classificação, com detalhe para o melhor rendimento para o modelo de KNN, que apresentou valores de 100% de classificação para amostras de “cerveja com adjunto”, além de alta acurácia e precisão (0.89 e 0.81 respectivamente) indicando assim uma excelente aplicabilidade para este tipo de análise, mostrando sua eficiência assim como descrito por GEORGOULI; MARTINEZ DEL RINCON; KOIDIS (2017), que utilizou o mesmo classificador para predição de adulteração em azeite extravirgem.

Quando analisamos a rede neural observamos que no mesmo contexto de classificação BINETTI *et al.* (2017), também trabalhando com azeite de oliva, conseguiu boas classificações entre diferentes marcas, indicando também excelente uso desta técnica para classificação em machine learning. Mesmo apresentando valores mais baixos que o KNN, podemos considerar que uma porcentagem da classificação de 85.7 e 78.6% para cerveja com adjuntos e cerveja puro malte, são valores considerados bons, indicando baixo erro e uma boa aplicabilidade.

O mesmo ocorreu para o SVM, porém com menor valor, com todos acima de 70%, isso indica que é um método que apresenta potencial, mas necessita de uma melhor análise dos parâmetros do modelo para futuros testes e aplicações.

Tabela 2 – Parâmetros da matriz de confusão para análise dos modelos computacionais de classificação, valores de predição e o atual expressos em porcentagem (%) e os valores totais de amostras classificadas em número de amostras (n).

MATRIZ de CONFUSÃO			
KNN	Predito (%)		Total (n)
Atual (%)	100	18.8	15
	0	81.2	13
Total (n)	12	16	28
SVM	Predito (%)		Total (n)
Atual (%)	84.6	26.7	15
	15.4	73.3	13
Total (n)	13	15	28
ANN	Predito (%)		Total (n)
Atual (%)	85.7	21.4	15
	14.3	78.6	13
Total (n)	14	14	28
FIGURAS DE MÉRITO			
Modelo/FM	Acurácia	Precisão	Sensibilidade
KNN	0.89	0.81	1
SVM	0.78	0.73	0.84
ANN	0.82	0.78	0.84

Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusão

Desta forma, a utilização de técnicas espectroscópicas no espectro UV-Vis juntamente com o uso de modelos de mineração de dados para análises rápidas de qualidade apresentam potencial para distinção de detecção de uso de adjuntos cervejeiros e possíveis fraudes ou contaminações na indústria, e por órgãos de análise de qualidade, garantindo a qualidade do produto e evitando danos ao consumidor.

Assim o potencial uso de técnicas espectroscópicas para monitorar e avaliar de forma rápida a qualidade de cervejas comerciais deve ser aprofundado, para que possam ser transferidos para o setor produtivo, contribuindo, com os produtores de cervejas, consumidores e órgãos de fiscalização.

Referencias

- AOAC. **Official methods of analysis**. 19. ed. Arlington: [s.n.].
- BINETTI, G. *et al.* Cultivar classification of Apulian olive oils: Use of artificial neural networks for comparing NMR, NIR and merceological data. 2017.
- COELHO DE OLIVEIRA, H. *et al.* Rapid monitoring of beer-quality attributes based on UV-Vis spectral data. **International Journal of Food Properties**, v. 20, n. 2, p. 1686–1699, 2017.
- DI GHIONNO, L. *et al.* Comparative study on quality attributes of gluten-free beer from malted and unmalted teff [*Eragrostis tef* (zucc.) trotter]. **LWT - Food Science and Technology**, v. 84, p. 746–752, 2017.
- GATRELL, J.; REID, N.; STEIGER, T. L. Branding spaces: Place, region, sustainability and the American craft beer industry. **Applied Geography**, v. 90, p. 360–370, 2018.
- GEORGOULI, K.; MARTINEZ DEL RINCON, J.; KOIDIS, A. Continuous statistical modelling for rapid detection of adulteration of extra virgin olive oil using mid infrared and Raman spectroscopic data. **Food Chemistry**, v. 217, p. 735–742, 2017.
- NERY, E. W.; KUBOTA, L. T. Integrated, paper-based potentiometric electronic tongue for the analysis of beer and wine. **Analytica Chimica Acta**, v. 918, p. 60–68, abr. 2016.
- PALACIOS-MORILLO, A. *et al.* Differentiation of tea varieties using UV-Vis spectra and pattern recognition techniques. **Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 103, p. 79–83, 2013.
- TECHNICAL COMMITTEE, A. Sampling. **ASBC Methods of Analysis**, p. 2–3, 2011.

Capítulo 37

Composição centesimal de amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vogel)

Mayra Sabrina de Jesus Silva Oliveira¹; Vitor Augusto Teixeira de Rezende²; Ítalo Magno Matos de Freitas³; Lenita Sena de Assis³; Ederson Paulo Xavier Guilherme⁴; Bruna Mara Aparecida de Carvalho^{5*}

Resumo

O Baru (*Dipteryx alata* Vogel.) é um fruto do Cerrado brasileiro que pertence à família *Leguminosae*. A parte do fruto que é empreendida comercialmente é a amêndoa, todavia ainda pouco se conhece sobre a composição e benefícios da mesma. O objetivo deste estudo foi aferir a composição centesimal de Baru originárias das regiões Noroeste e Norte de Minas Gerais. Os resultados para a composição centesimal foram de 26,68 a 27,95% de Proteína bruta; 31,10 a 33,36% de Lipídios; 4,88 a 8,26% de umidade; 39,58 a 35,93% de carboidratos totais; 2,62 a 2,74% de minerais; 26,54 a 27,57% de Fibra em detergente neutro (FDN) e 14,19 a 11,92% de fibra em detergente ácido (FDA). Os resultados obtidos no presente trabalho salientam a amêndoa de Baru com um grande potencial para uso em diversas atividades comerciais que venham a proporcionar a sua preservação e permanência no cerrado.

Palavras-chave: análise; macronutrientes; fruto do Cerrado.

Introdução

Dentre as diversas espécies com potencial para extrativismo tem-se o Baru (*Dipteryx alata* Vogel), fruto da árvore do Barueiro, difundido em grande volume pela região do Cerrado. A espécie é pertencente à família *Leguminosae*, e também pode ser conhecida como Barujó, Baruzeiro, Baruí, Coco-feijão, Cumbaru, Cumaru e pau cumaru (VERA *et al.*,2009). A produção frutífera do Baru é

¹ Mestre em biotecnologia pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

² Bolsista de Iniciação Científica CNPq, Universidade Federal de Minas Gerais, MG, Brasil.

³ Graduandos em Engenharia de Alimentos do Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, MG, Brasil.

⁴ Mestre em Produção Vegetal pelo Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG, Brasil

⁵ Professora associada no Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG 39404-547, Brasil

*Correspondência. Tel.: +55 021 38 21017915. Endereço eletrônico: brunacarvalho@ufmg.

iniciada aos seis anos e pode produzir em torno de 5000 frutos por planta com vida útil de aproximadamente 60 anos. Seu estado de maturação é atingido no período seco e acaba sendo fonte de alimentação para diversos animais. A sua polpa é carnosa e contém uma única amêndoa de película que vai do amarelado ao avermelhado (NABOUT *et al.*, 2010).

O Baru proporciona um elevado potencial e os seus benefícios devem estar relacionados à sua composição química, devido ao conteúdo de proteínas, aminoácidos essenciais e lipídios que torna a sua composição semelhante à de outras sementes comestíveis (FREITAS; NAVES, 2010). Desta forma, é imprescindível que sejam realizadas pesquisas com o intuito de buscar um aprofundamento do conhecimento de espécies que tragam benefícios à sociedade como um todo.

O óleo presente na amêndoa do baru possui um elevado grau de insaturação em torno de 80%, sendo composto principalmente por ácidos graxos oléico (ômega-9) e Linoléico (ômega-6) (FREITAS; NAVES, 2010). Com valores próximos ao do azeite de oliva, apresenta potencial para substituição do óleo de cozinha (VALLILO; TAVARES; AUED, 1990).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivos ampliar o conhecimento em relação à amêndoa de Baru comercializada nas regiões Norte e Noroeste de Minas Gerais propiciando a caracterização da composição centesimal da farinha da amêndoa.

Material e métodos

Amêndoas do Baru (Figura 1b) foram adquiridas juntamente a propriedades rurais das regiões Norte e Noroeste de Minas Gerais-Brasil, no período entre meses de outubro e dezembro e em seguida transportadas adequadamente para o Laboratório de Processos e Compostos Nutracêuticos e Funcionais no Centro de Pesquisa em Ciências Agrárias (CPCA) do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG onde foram realizadas as análises deste estudo.

Análises físicas

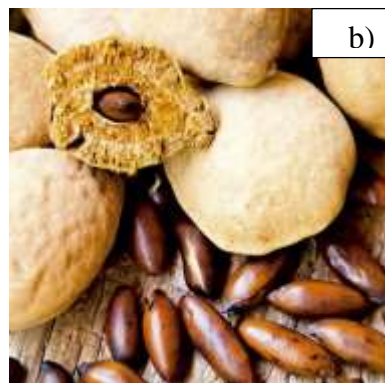
Para as análises físicas foram utilizadas 100 amêndoas, para se obter o peso e o comprimento longitudinal das amostras de cada região foram usados uma balança analítica e paquímetro digital (Clarke-150 mm).

Figura 1a: Árvore *Dipteryx alata* com frutos



Fonte: Autor.

Figura 1b: Fruto e amêndoa do Baru



Fonte: Revistagalileu.globo.com

Análises químicas

Após a realização das análises físicas as amêndoas foram trituradas em moinho de impacto 28000 RPM/ A11 *basic*, peneiradas em malha com abertura de 1,68mm com o intuito de facilitar as análises químicas.

As análises com o intuito de quantificar os teores de umidade, proteína bruta, minerais e lipídeos foram determinados de acordo com a metodologia AOAC (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) seguiram a metodologia de Van Soest, Robertson e Lewis (1991), com a divisão em dois grupos que compreende as frações solúveis em detergente neutro e outro a fibra insolúvel em detergente ácido. Os carboidratos totais (CT) foram estimados conforme metodologia de Sniffen *et al.* (1992), de acordo com a Equação 1:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM) \quad \text{Equação 1}$$

onde, PB = Proteína Bruta ; EE = extrato etéreo e MM = matéria mineral.

Resultados e discussão

Os valores médios e desvio padrão relacionados às características físicas das amêndoas de Baru para a região Norte de Minas foram: peso (g) da amêndoa $0,65 \pm 0,86$, comprimento longitudinal (mm) do ápice à base de $1,78 \pm 1,38$. Para a região Noroeste, as sementes apresentaram valores superiores, o peso (g) encontrado foi de $0,83 \pm 2,01$ com comprimento longitudinal (mm) de $1,82 \pm 1,60$. Para ambas as regiões, os valores médios encontrados do peso da amêndoa ficaram abaixo da região do leste do Mato Grosso que foi de 1,25g (ZUFFO; ANDRADE; JÚNIOR, 2014).

Os desvios padrões para as análises de peso (g) e comprimento longitudinal (mm) demonstram que para as duas regiões estes parâmetros não apresentaram homogeneidade. A variação destes aspectos das características físicas pode estar relacionada a fatores ambientais e pode ser utilizada como alternativa em programas de plantio que visam à obtenção de mudas semelhantes no tamanho e maior vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Na Tabela 1 estão representados os resultados das análises de composição centesimal para as amostras de cada região estudadas bem como a média entre elas.

Tabela 1 - Composição centesimal da amêndoa do Baru (*Dipteryx alata* VOGEL) das regiões Noroeste e Norte de Minas Gerais.

Componentes Baru (g/100g)	Região Noroeste	Região Norte	*Valor médio
Massa Seca	95,1274	91,7303	93,43 ± 2,40
Lipídios	31,1063	33,3632	32,23 ± 1,60
Proteínas	26,6853	27,9550	27,32 ± 0,90
Cinzas	2,6262	2,7474	2,69 ± 0,09
Carboidratos	39,5822	35,9344	37,76 ± 2,58
Umidade	4,8821	8,2696	6,58 ± 2,40
FDN**	26,5487	27,5714	27,06 ± 0,72
FDA***	14,1935	11,9217	13,06 ± 1,60

Fonte: Autores (2019)

*Médias ± Desvio padrão

FDN** Fibra em Detergente neutro

FDA***Fibra em Detergente Ácido.

O teor médio de umidade encontrado para cada 100g nas amostras de amêndoas do Baru oriundas da região Noroeste, 4,88g ficou um pouco abaixo das análises das amêndoas oriundas no estado de São Paulo que foi de 5,80g (VALLILO; TAVARES; AUED, 1990). No entanto as amêndoas da região do Norte de Minas apresentaram média de 8,27g, valores mais próximos ao constatado nas cidades Brasilândia, Capinópolis, Curvelo e Jequitaiá em Minas Gerais com variação de 6,14% e 8,25% (BOTEZELLI; DAVIDE; MALAVASI, 2000). A heterogeneidade encontrada e comparada nos teores de umidade pode estar relacionada a variações ambientais das regiões. O grau de umidade presente em sementes permite a adoção de procedimentos corretos para colheita, secagem e beneficiamento das mesmas, a fim de minimizar danos garantindo a sua qualidade seja para o

produto in natura ou do seu derivado obtido após o processamento (PESKE; ROSENTHAL; ROTA, 2003).

Se compararmos o teor de umidade e o de carboidratos verifica-se que os valores são inversamente proporcionais. Os carboidratos podem ter seu acúmulo associado a partir de algum tipo de estresse ambiental, como a seca ou frio da região e atuar ajudando o organismo a sobreviver diante de estresse osmótico (LESLIE *et al.*, 1995). Sendo assim, como a amostra da região Norte apresentou maior teor de umidade, conseqüentemente esta proporcionou uma menor quantidade de carboidratos e analogamente a região noroeste obteve menor teor de umidade e maior de carboidratos.

O teor de lipídios encontrado para as amêndoas de Baru na região Noroeste foi de 31,10g e para a região Norte 33,36g. Os valores médios são próximos ao encontrado no estado de Goiás com variações entre 32,42 e 37,36g para 11 regiões analisadas (VERA *et al.*, 2009). Porém, o teor encontrado no presente trabalho, ficou abaixo de outras amêndoas como o amendoim 44,57g, avelã 63,18 g, castanha de caju 42,06g e castanha do pará 64,94g (FREITAS; NAVES, 2010).

Em relação ao teor de proteínas, o valor variou de 26,69g a 27,96g, para a região Noroeste e Norte, respectivamente, sendo que ambos foram próximo aos valores encontrados no estado de Goiás que apresentou entre 25,16-27,69g a cada 100g da amêndoa do baru (VERA *et al.*, 2009).

Conclusão

O Baru, *Dipteryx alata* Vogel, apresentou pequenas variações biométricas nas amêndoas analisadas dentre as regiões Noroeste e Norte, o que pode estar relacionado a algumas variações ambientais como: umidade, nutrientes e temperatura, dentre outras. Estes fatores podem ter influenciado também no aumento do teor de umidade para a região Norte. A amêndoa apresentou alto teor de proteínas, lipídios bem como para fibras em geral.

Diante das propriedades físicas e químicas analisadas para a amêndoa de Baru nas duas regiões sugere-se o seu emprego em programas de melhoramento, assim como o aproveitamento integral da amêndoa. Devido à variabilidade em sua composição a amêndoa apresenta potencial para uso na culinária, cosméticos e medicamentos o que poderia gerar aumento da renda das famílias que trabalham diretamente com a coleta bem como uma maior preservação do bioma em questão.

Agradecimentos

Ao CNPq e à FAPEMIG pelo apoio financeiro desta pesquisa.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (method 920.39,C). Arlington: A.O.A.C., 1995, chapter 33. p. 10-12.
- BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de baru, *Dipteryx alata* Vogel (baru). **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 9-18, 2000.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- FREITAS, J. B., NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. *Revista de Nutrição*. [online]. v. 23, n.2, pp.269-279. 2010.
- LESLIE, S.B., ISRAELI, E., LIGHTHART, B., CROWE, J.H. & CROWE, L.M. Threolose and sucrose protect both membranes and proteins in intact bacteria during drying. *Applied Environmental Microbiology*, v. 61, p. 3592-3597, 1995.
- NABOUT, J. C., SOARES, T. N., DINIZ-FILHO, J. A. F., JÚNIOR, P. de M., TELLES, M. P. D. C., NAVES, R. V., CHAVES, L. J. Combining multiple models to predict the geographical distribution of the Baru tree (*Dipteryx alata* Vogel) in the Brazilian Cerrado. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 4, p. 911-919, 2010.
- PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas – RS: Editora Pelotas-RS. 2003.
- SNIFFEN, C. J. O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J., FOX, D. G., RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
- VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; AUED, S. Composição química da polpa e da semente do fruto de cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.). Caracterização do óleo e da semente. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 115-125, 1990.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VERA R., JUNIOR M. S., NAVES, R. V., SOUZA, E. R. B., FERNANDES, M. C., LEANDRO W. M. Características químicas de amêndoas de barueiros (*Dipteryx alata* vog.) de ocorrência natural no cerrado do estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 1, p. 112-118, Março 2009.
- ZUFFO A. M; ANDRADE F. R; JÚNIOR J. M. Z. Caracterização biométrica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 37, n.4 p. 463-471, 2014.

Capítulo 38

Avaliação sensorial de margarinas enriquecidas com óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*) e macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.)

Francine Ferreira Martins¹; Thalita Cordeiro Santos²; Claudia Regina Vieira^{*3}

Resumo

O buriti (*Mauritia flexuosa*) e a macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.) são frutos que ocorrem na região do Cerrado e embora apresentem composição rica em nutrientes possuem uso ainda limitado em formulações de alimentos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a aceitação de margarinas elaboradas com óleo de buriti e macaúba. Foram desenvolvidas quatro formulações de margarinas, contendo 1,5 e 3,0% de óleo de buriti (B1,5% e B3,0%) e 1,5 e 3,0 % de óleo de macaúba (M1,5% e M3,0%). As margarinas foram submetidas ao teste pareado preferência, aceitação quanto aos atributos sabor, odor, aparência e impressão global e intenção de compra. As margarinas adicionadas de óleo de buriti foram as preferidas em relação àquelas formuladas com óleo de macaúba. As formulações foram aceitas pelos consumidores em todos os atributos, embora a formulação M3,0% tenha apresentado escores menores que as demais. Caso fossem comercializadas as amostras B1,5% e M1,5% certamente seriam adquiridas. Os resultados do trabalho evidenciaram que é possível elaborar margarinas contendo óleo de buriti e de macaúba aceitas pelos consumidores e com potencial de venda.

Palavras-chave: Aceitabilidade. Frutos do Cerrado. Preferência.

¹Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa

²Acadêmica de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³Professora Adjunto III do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: crvieira@ica.ufmg.br

Introdução

As espécies nativas do Cerrado possuem diversas plantas frutíferas que apresentam grande potencial de utilização agrícola, que são tradicionalmente consumidas pela população local (SILVA *et al.*, 2008).

Os frutos do cerrado são reconhecidos pelo seu elevado valor nutricional e atributos sensoriais convidativos como a cor, aroma e sabor intenso. Apesar destas particularidades, ainda são pouco utilizados comercialmente tanto *in natura* como industrializados e combinados com outros produtos (PERFEITO *et al.*, 2017).

O buriti cuja espécie *Mauritia flexuosa* apresenta polpa rica em lipídios é considerado fonte de carotenoides, vitamina C e compostos fenólicos. A macaúba (*Acrocomia aculeata*) é um fruto também rico em lipídios, minerais, fibras, fonte de vitaminas E e A. Os óleos de ambos os frutos apresentam potencial para ser incorporados em formulações alimentícias, o que agregaria aos produtos não somente valor comercial e nutricional, mas também aroma, sabor e cor, características únicas e peculiares destes frutos (MOOZ *et al.*, 2012; REIS; SCHIMIELE, 2019).

Diante disso, o desenvolvimento de margarinas acrescidas de óleos de buriti e macaúba é uma alternativa para levar ao consumidor um produto inovador e com atributos sensoriais convidativos como cor, aroma e sabor intenso.

A margarina é um produto que apresenta elevado teor de lipídios, trata-se de uma emulsão estável de óleos vegetais com leite ou seus constituintes ou derivados e outros ingredientes destinado ao consumo humano. Neste produto, quando presente, a gordura láctea não deve exceder 3% m/m do teor de gordura total que não pode ser superior a 95% (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar a aceitação de margarinas elaboradas com óleos de buriti e macaúba.

Material e métodos

As margarinas foram elaboradas utilizando óleo de canola (21,0 % ou 22,5 %), óleo de macaúba (1,5 % ou 3,0 %) ou de buriti (1,5 % ou 3,0 %), gordura de palma (36,0 %), emulsificante à base de mono glicerídeos de ácidos graxos (1,0 %), aromatizante de manteiga (1,50 %) e corante urucum (0,1 % no caso da margarina com óleo de macaúba), como constituintes da fase oleosa.

A fase aquosa da margarina foi constituída de água (35,0 %), leite em pó desnatado (1,68 %), sal (0,8 %), ácido láctico (0,01 %), antioxidante butil hidroxi tolueno – BHT (0,01 %).

O óleo de buriti utilizado na elaboração das margarinas foi doado pela Cooperativa Grande Sertão, de Montes Claros – MG e o óleo de macaúba pelo laboratório de Tecnologia de Óleos do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), *campus* Montes Claros - MG. A gordura de palma foi cedida pela Bunge Alimentos. Os demais ingredientes foram adquiridos em mercado local.

As seguintes formulações de margarinas foram elaboradas no laboratório de Tecnologia de Processamento de Produtos Vegetais do ICA/UFMG: B1,5% = formulação contendo 1,5 % de óleo de buriti, B3,0% = formulação contendo 3,0 % de óleo de buriti, M1,5% = formulação contendo 1,5 % de óleo de macaúba, M3,0% = formulação contendo 3,0 % de óleo de macaúba.

A fase aquosa e a fase oleosa foram misturadas e homogeneizadas em *bowl* da batadeira planetária à temperatura ambiente em velocidade média, por aproximadamente 5 minutos. Em seguida, o *bowl* foi conduzido ao banho ultratermostatizado, a 4°C, agitando em velocidade baixa. As margarinas obtidas foram armazenadas sob refrigeração, em potes de vidro até a realização das análises.

A análise sensorial das margarinas foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do ICA/UFMG, *Campus* Montes Claros - MG. Foram recrutados 78 provadores não treinados, sendo que o recrutamento destes ocorreu por meio de convite a comunidade do ICA/UFMG por e-mail e cartazes afixados na universidade. Este estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CAAE: 47217115.2.0000.5149). Os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para pesquisa com seres humanos em duas vias, sendo uma destinada aos pesquisadores e a outra ao colaborador da pesquisa.

O teste foi dividido em duas etapas: na primeira etapa, os provadores receberam duas amostras codificadas de margarina a base de óleo de buriti e na segunda etapa receberam duas amostras codificadas de margarina a base de óleo de macaúba. Em ambas etapas, foram solicitados aos provadores que as amostras fossem avaliadas sensorialmente em três testes: pareado preferência (método 164/IV), aceitação (método 165/IV), e intenção de compra e consumo (método 167/IV), de acordo com as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Na comparação pareada, foram apresentados os pares de amostra da mesma fonte de óleo para serem comparadas pelos julgadores em relação a suas preferências. O teste de aceitação foi composto por escala hedônica de 9 pontos, na qual o número 1 corresponde à expressão “desgostei extremamente” e o 9 à expressão “gostei extremamente”, sendo os atributos avaliados: aparência, aroma, sabor e impressão global. O teste de intenção de compra foi composto por escala hedônica de 5 pontos, onde 1 corresponde a “certamente não compraria e 5 à “certamente compraria” e o teste de intenção de consumo por escala

hedônica de 7 pontos, na qual o número 1 corresponde à expressão “nunca comeria” e o número 7 à opção “comeria sempre”.

Foram oferecidas aos julgadores provadores não treinados, porções de aproximadamente 2 g da margarina elaborada, sobre torradas, em pratos descartáveis, previamente codificados com três dígitos aleatórios em temperatura ambiente. Cada julgador foi instruído a provar as amostras da esquerda para direita e preencher o questionário de análise sensorial, com dados sobre idade, sexo e hábitos de consumo. Foi fornecido um copo com água potável a temperatura ambiente, para limpeza da boca e reduzir a interferência de uma amostra para outra.

Resultados e discussão

No presente estudo, dos 78 provadores não treinados, 78,2 % eram mulheres e 21,8 % eram do sexo masculino. Cerca de 60 % dos provadores possuíam idade entre 20 e 25 anos. Cerca de 50 % não possuía hábito de consumir frutos do cerrado e aproximadamente 47 % dos participantes alegaram não ter hábito de consumir margarinas.

Para o teste de preferência pode se observar que a margarina contendo 1,5 % de óleo de buriti foi preferida pelos provadores (46 %), seguida da formulação que continha 3,0 % do mesmo óleo (27 %). As margarinas elaboradas com 1,5 % e 3,0 % de óleo de macaúba foram preferidas por 19 % e 8 % dos provadores, respectivamente.

Os resultados de preferência das amostras com óleo de buriti em relação àquelas com óleo de macaúba são positivos e demonstram o potencial deste óleo na incorporação em alimentos, embora seja necessário avaliar quais atributos influenciaram nesta percepção do consumidor.

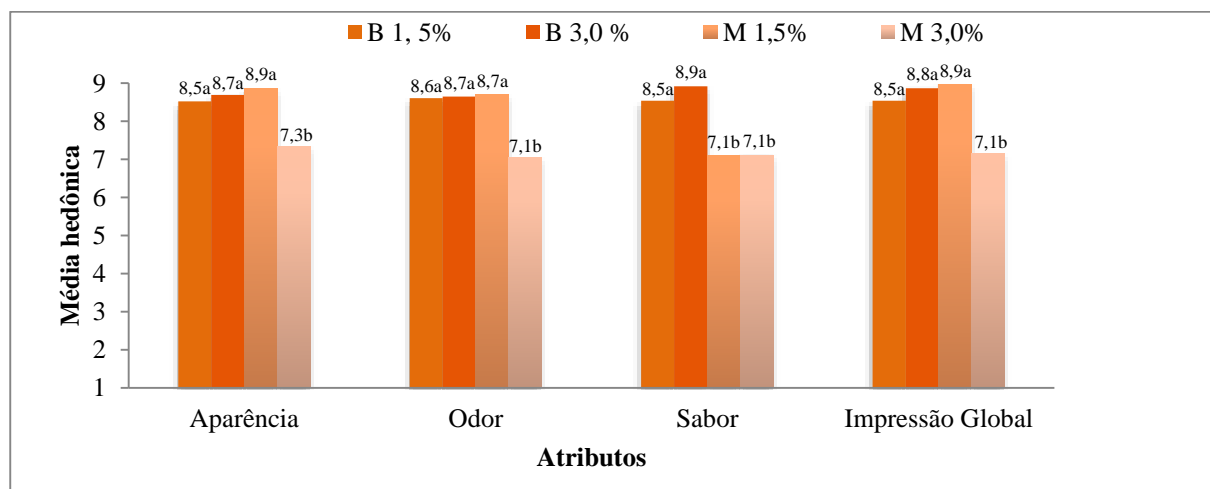
A Figura 1 representa graficamente os resultados da avaliação dos diferentes atributos investigados nas margarinas.

As diferentes formulações de margarina analisadas sensorialmente receberam notas altas para todos os atributos, revelando que o aroma e sabor das amostras agradaram o paladar dos julgadores. Em seu trabalho, Aquino *et al.* (2012), obtiveram aceitação em biscoitos adicionados de óleo de buriti mesmo conservando o sabor original das formulações, confirmando que os produtos elaborados com este óleo são aceitos pelos consumidores.

A aparência da amostra contendo 1,5 % de óleo de macaúba agradou mais os avaliadores, visto que recebeu score médio superior às demais. A amostra que apresentava 3% de óleo de macaúba em sua composição agradou menos os consumidores, quando comparada as demais amostras contendo óleo de buriti.

O óleo de buriti apresenta coloração intensa laranja/avermelhado devido ao elevado conteúdo de carotenoides, logo as margarinas elaboradas com este óleo apresentaram coloração mais intensa (REIS; SCHMIELE, 2019). As margarinas comerciais apresentam coloração amarelada/pálida, logo os consumidores participantes do estudo podem ter feito associação com este fato e o produto elaborado não atendeu à sua expectativa quanto à aparência que ele está acostumado a encontrar em produtos comerciais.

Figura 1 – Aceitação sensorial das margarinas elaboradas com óleo de buriti e óleo de macaúba



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: B1,5%: formulação contendo 1,5 % de óleo de buriti, B3,0%: formulação contendo 3,0 % de óleo de buriti M1,5%: formulação contendo 1,5 % de óleo de Macaúba, M3,0%: formulação contendo 3,0 % de óleo de Macaúba.

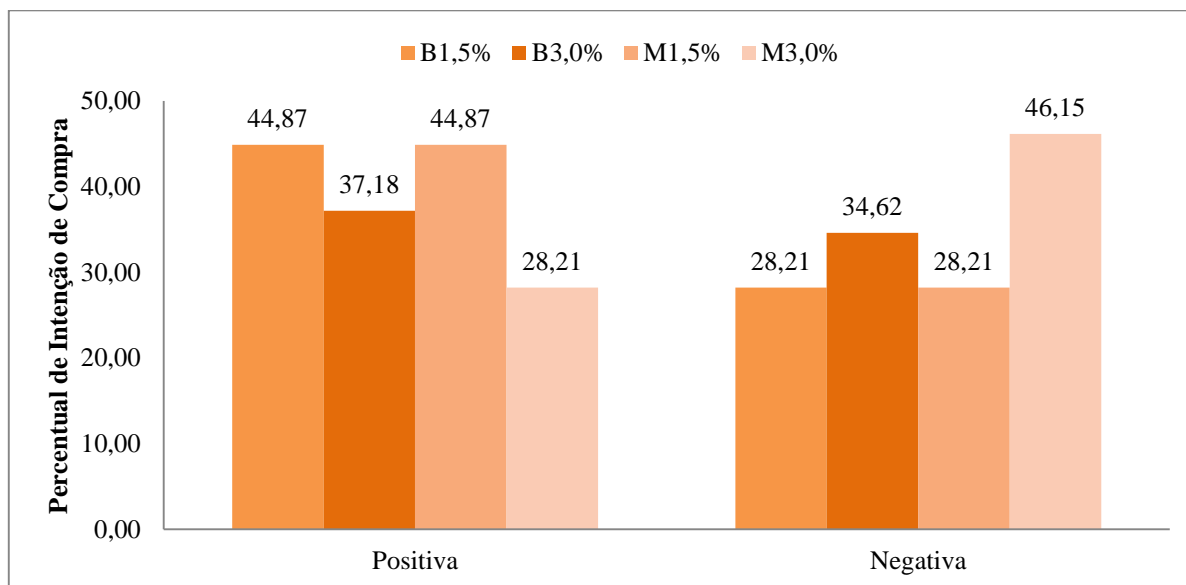
De acordo com Noronha, Deliza e Silva (2005), a expectativa do consumidor quanto à um determinado produto pode influenciar no seu grau de satisfação, bem como na sua aceitação. Neste estudo, vale ressaltar que apesar da diferença observada nos escores médios para o atributo aparência, todas as amostras foram aceitas. Os consumidores atribuíram escores situados entre 7 e 8, equivalente a gostei moderadamente e gostei muito na escala.

Para o atributo impressão global as notas atribuídas pelos provadores situaram-se entre 7,0 e 9,0 indicando que os provadores declararam gostar muito da impressão global das quatro formulações desenvolvidas. Embora Perfeito *et al.* (2017) afirmem que o desconhecimento do sabor e aroma peculiar desses frutos regionais do cerrado pode ser um fator que influencia na aceitação sensorial de industrializados saborizados, este estudo demonstra que os óleos de buriti e macaúba apresentam imenso potencial para incorporação em novas formulações aceitas pelos consumidores.

Na Figura 2 está apresentada a intenção de compra positiva, considerando os pontos certamente compraria (5) e provavelmente compraria (4), e negativa, considerando os pontos certamente não compraria (1) e provavelmente não compraria (2), da escala empregada na avaliação das diferentes

formulações de margarina. As formulações B1,5% e M1,5% obtiveram maior intenção de compra positiva, enquanto que a formulação M3,0% foi a mais rejeitada, apresentando maior intenção de compra negativa. Foi desconsiderada a avaliação de provadores que estavam em dúvidas em relação à compra do produto.

Figura 2 – Avaliação da intenção de compra das formulações de margarinas elaboradas com óleo de buriti e óleo de macaúba



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: B1,5%: formulação contendo 1,5 % de óleo de buriti, B3,0%: formulação contendo 3,0 % de óleo de buriti
M1,5%: formulação contendo 1,5 % de óleo de Macaúba, M3,0%: formulação contendo 3,0 % de óleo de Macaúba.

Em seu estudo, Oliveira *et al.* (2011) elaboraram margarinas acrescidas de óleo de pequi que apresentaram boa aceitação bem como intenção de compra. Nesse sentido, fica evidente o grande potencial de inserção no mercado de formulações alimentícias acrescidas de óleos de frutos do cerrado.

Conclusão

Conclui-se que foi possível incorporar os óleos de buriti e macaúba em margarinas. As margarinas elaboradas com 1,5% de óleo de buriti e de macaúba apresentaram maiores escores de aceitação para os atributos analisado e também maior intenção de compra.

Agradecimentos

Os autores agradecem a doação do óleo de buriti feita pela Cooperativa Grande Sertão, de Montes Claros – MG e ao laboratório de Tecnologia de Óleos do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), *campus* Montes Claros – MG, pela doação do óleo de macaúba.

Referências

- AQUINO, J. S. *et al.* Processamento de biscoitos adicionados de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.): uma alternativa para o consumo de alimentos fontes de vitamina A na merenda escolar. **Revista Nutrire**, v. 25, n. 6, p. 765-774, 2012.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Óleos e gorduras. *In*: ZENEBO, O.; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P. (Coord.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª Edição, 1ª Edição digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 2008. p. 593-629. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=0&func=startdown&id=17. Acesso em: 29 mar. 2019.
- MOOZ, D. T.; CASTELUCCI, A.; SPOTO, M. Potencial Tecnológico e Alimentício de frutos de Macaúba *Acromia aculeata* (Jacq). Lodd. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 3, n. 2, p. 86-89, 2012.
- NORONHA, R. L. F.; DELIZA, R.; SILVA, M. A. A. P. A Expectativa do Consumidor e seus Efeitos na Avaliação Sensorial e Aceitação de Produtos Alimentícios. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. 3, p. 299-308, 2005.
- OLIVEIRA, E. N. A. *et al.* Obtenção e caracterização de margarina convencional e light à base de óleo de pequi. **Boletim CEPPA**, v. 29, n. 2, p. 293-304, 2011.
- PERFEITO, D. G. A.; CORRÊA, I. M.; PEIXOTO, N. Elaboração de bebida com extrato hidrossolúvel de soja saborizada com frutos do cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 1, p. 21-27, 2017.
- REIS, A.F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, e2017150, 2019.
- SILVA, M. R. *et al.* Caracterização química de frutos nativos do Cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

Capítulo 39

Avaliação sensorial de biscoitos tipo cookie elaborados com farinha de batata doce

Carla Beatriz Silva*¹; Karolina Soares da Silva ¹; Gabriel Sthefano Lourenço Pereira¹, Ana Flávia Dias Costa¹, Mariuze Loyanny Pereira Oliveira², Claudia Regina Vieira*³

Resumo

A utilização de ingredientes não convencionais em produtos de panificação se apresenta como uma alternativa para o desenvolvimento de produtos com agregado valor nutricional. O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de duas formulações de biscoito tipo ‘cookie’ com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de batata doce em 20 e 30 % de substituição. Após a mistura dos ingredientes e moldagem, os biscoitos foram assados por 15 minutos a uma temperatura de 150 °C e realizada análise sensorial para avaliação da aparência, cor, aroma, sabor, textura e intenção de compra e consumo dos avaliadores. A formulação padrão apresentou média de 6,71 %, 6,73 e 7,20 % para formulação de 20 e 30 % de substituição, respectivamente, em uma escala hedônica de 1 a 9 pontos. Em relação a intenção de compra a BP apresentou nota de 3,5; a 20 % FBD 3,45 % e 3,52 % para 30 % FBD. Para intenção de consumo foram obtidos 4,43 %; 4,17 % e 4,20 % para BP, 20 % FBD e 30 % FBD respectivamente em escala de 1 a 7 pontos. Conclui-se que todas as formulações apresentaram bons índices de aceitação entre os avaliadores, sendo o cookie de batata doce uma alternativa de produto com melhor valor nutricional e valor agregado.

Palavras-chave: Aceitação. *Ipomea batatas*. Panificação.

Introdução

A farinha de trigo é amplamente utilizada em produtos de panificação devido a presença do glúten, uma massa elástica, insolúvel em água e responsável pela estruturação das massas alimentícias, fator importante na aceitação dos produtos por meio das suas características sensoriais (ARAÚJO *et al*, 2010). De acordo com o que é descrito por Savelli *et al*. (1995) é utilizado no mundo

¹Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

²Técnica Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³Professora Adjunto IV do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: carlabeatriz.silva@outlook.com

todo a substituição de parte da farinha de trigo presente em produtos de panificação por farinhas de tubérculos. Essa prática é mais comumente realizada na zona rural, sendo ainda pouco explorada pelas indústrias alimentícias.

A batata-doce (*Ipomea batatas L.*) é originária da América Tropical, pertencente à família das Convolvuláceas. É uma hortaliça amplamente difundida em todo o Brasil e com grande aceitação (FRANCO, 2015). De acordo com Santos *et al.* (2012) a batata doce apresenta uma boa resistência à seca bem como é adaptável as diferentes regiões, ainda apresenta como uma importante característica a capacidade de armazenar nutrientes em suas raízes, apresentando um importante potencial nutricional devido ao fato de ser uma boa fonte de energia e conter provitamina A, além de vitaminas do complexo B e sais minerais como cálcio, fósforo, ferro e ácido ascórbico.

Com o aumento e melhora dos hábitos alimentares da população, o que faz ser crescente a busca por produtos com maior apelo nutricional, assim o desenvolvimento de novos produtos que busquem atender a essa demanda é fundamental como descrito por Bick; De Oliveira Fogaça e Storck (2014).

Os cookies são produtos que apresentam grande consumo em muitos países, por serem produtos com amplas opções de sabores, baixo custo, e bem aceito por grande faixa etária o que faz desse produto uma boa alternativa de produto alimentício (MAKINO *et al.*, 2017).

Segundo Fasolin *et al.* (2007) os biscoitos tipo cookies possuem uma extensa vida de prateleira, grande consumo e aceitação principalmente entre crianças e adolescentes. Os biscoitos são formulados com o intuito de produzir produtos fonte de fibras e/ou proteínas. Isto devido a atual busca por dieta cada vez mais saudável. Provindo desse princípio, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver biscoito tipo cookie com substituição da farinha de trigo por farinha de batata doce, um produto com agregado valor nutritivo.

Material e métodos

Os ingredientes utilizados no experimento foram adquiridos no comércio local de Montes Claros (MG) e armazenados em um ambiente seco sob refrigeração e sem reflexo da luz solar no Laboratório de Tecnologia de Produtos Vegetais da Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias.

Foram feitas três formulações de biscoito tipo cookie. Um padrão que foi feito com 100 % de farinha de trigo, e outras duas com a substituição parcial de 20 % e 30 % de farinha de batata doce. Os ingredientes e suas respectivas quantidades são descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Ingredientes da massa alimentícia incorporada com 0 %, 20 % e 30 % de farinha de batata doce

Ingredientes (g)	0 % FBD ¹	20 % FBD ²	30 % FBD ³
Farinha de trigo	100	80	70
Farinha de batata doce	0	20	30
Açúcar refinado	34,48	34,48	34,48
Ovos	30	30	30
Gordura(margarina)	20	20	20
Canela	1,72	1,72	1,72
Fermento biológico	1,72	1,72	1,72
Sal	0,70	0,70	0,70
Particulado (batata doce)	20	20	20

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ 0%FBD: controle sem adição de farinha de batata doce; ² 20%FBD: adição de 20% de farinha de batata doce; ³ 30%FBD: adição de 30% de farinha de batata doce.

Os ingredientes foram pesados separadamente e em seguida foram misturados em uma batedeira planetária. Esses foram misturados até a formação de uma massa homogênea.

Após a mistura a massa foi aberta com auxílio de rolos manuais e cortada com a ajuda de uma forma circular plástica e colocada sob papel alumínio. Posteriormente foram levados ao forno por 15 minutos em uma temperatura de 150 °C. Após o resfriamento, os cookies foram submetidos as análises físico-química e tecnológicas.

A análise sensorial dos biscoitos tipo cookie utilizando a farinha de batata doce foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG) em cabines individuais. Foram recrutados provadores não treinados, sendo que o recrutamento destes ocorreu por meio de convite divulgado por e-mail e nos murais da comunidade do ICA/UFMG.

Para realização dos testes os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) segundo o Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG (CAAE: 97454718.1.0000.5149), em duas vias.

Para avaliação dos biscoitos foi empregado o teste de aceitação (método 165/IV) que foi composto por escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9). Os atributos avaliados foram aparência, sabor, cor, aroma, textura e avaliação global. Os provadores também foram solicitados a avaliarem o produto quanto à intenção de consumo (método 167/IV), por meio da escala de sete pontos, variando de “nunca comeria” (1) a “certamente

comeria” (7), e intenção de compra (método 167/IV), por meio de escala de cinco pontos, variando de “nunca compraria” (1) a “certamente compraria” (5). Os testes foram realizados conforme as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Para todos os testes, as amostras foram servidas em unidades de 10 g em potes plásticos descartáveis, codificados com números de três dígitos, acompanhadas de água para reduzir a influência de uma amostra sobre a outra. Os provadores receberam uma ficha de avaliação, para preenchimento de dados como sexo, faixa etária, se possuía o hábito de consumir cookies e batata doce.

Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (I.A), foi utilizada a seguinte expressão: $IA (\%) = A \times 100/B$, onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987), para avaliação global.

No teste de aceitação sensorial, o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, onde foram analisados estatisticamente utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA). As diferenças foram consideradas significativas para $p < 0,05$, com intervalo de confiança de 95% pelo Test de Tukey. O programa utilizado para as análises foi o software R.

Resultados e discussão

Dos 60 provadores que participaram do estudo, 58 % eram do sexo feminino e 42 % masculino. Dentre esses, 98 % possuíam idade inferior a 35 anos, 73 % tem o hábito de consumir cookies, e 60 % consomem batata doce.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados para o teste de aceitação dos biscoitos

É possível verificar por meio dos valores descritos na Tabela 2 que pelo teste de aceitação das amostras, as três formulações (BP, 20 % FBD, 30 % FBD) foram aceitas pelos provadores, apresentando notas superiores a 6 (gostei ligeiramente) para todos os atributos sensoriais. Entretanto a formulação padrão (BP) apresentou maior receptividade para o atributo aparência. Importante atributo principalmente em se tratando de um produto novo, para o consumidor é necessário que o mesmo desperte seu interesse como observado por Garmus *et al.* (2009) em seu trabalho.

Nos quesitos textura, cor, aroma, sabor e avaliação global, a formulação contendo 30 % de farinha de batata doce apresentou-se como a amostra de maior aceitabilidade pelos avaliadores, possuindo maior média. Apesar de estatisticamente não haver diferença significativa entre as três formulações para os atributos aparência, textura, cor e sabor, por meio do índice de aceitação é notável diferença entre as amostras. Onde a formulação 30 % FBD apresentou um índice de aceitação (80 %)

superior ao das amostras restantes (74,26 %, 74,07 % para formulação padrão e 20 % FBD respectivamente).

Tabela 2 – Teste de aceitação dos biscoitos formulados com farinha de batata doce e padrão

Atributos	BP ⁵	20%FBD ⁶	30%FBD ⁷
Aparência ¹	6,82 ± 1,67 a	6,80 ± 1,64 a	7,30 ± 1,50 a
Textura ¹	6,68 ± 1,67 a	6,68 ± 1,58 a	6,97 ± 1,63 a
Cor ¹	6,52 ± 1,70 a	6,48 ± 1,55 a	6,97 ± 1,53 a
Aroma ¹	6,97 ± 1,45 b	7,13 ± 1,44 ab	7,58 ± 1,20 a
Sabor ¹	6,60 ± 1,58 a	6,65 ± 1,63 a	7,18 ± 1,53 a
Avaliação Global ¹	6,68 ± 1,42 a	6,67 ± 1,73 a	7,20 ± 1,23 a
Intenção de consumo ²	4,43 ± 1,32 a	4,17 ± 1,33 a	4,20 ± 1,34 a
Intenção de compra ³	3,55 ± 0,96 a	3,45 ± 1,03 a	3,52 ± 0,97 a
Índice de aceitação ⁴	74,26	74,07	80,00

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ Escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9); ² Escala de sete pontos, variando de “nunca comeria” (1) a “certamente comeria” (7); ³ Escala de cinco pontos, variando de “nunca compraria” (1) a “certamente compraria” (5); ⁴ IA (%) = A x 100/B, onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto, para avaliação global; ⁵ BP: biscoito padrão (sem farinha de batata doce); ⁶ biscoito com 20% de farinha de batata doce; ⁷ biscoito com 30% de farinha de batata doce.

Nota: Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey (p≥0,05).

Em relação a intenção de compra e consumo, a formulação padrão contém maior média para ambos os parâmetros. Em estudo semelhante desenvolvido por Makino *et al.* (2017), foram encontrados valores de 7,5 ± 1,5 para aparência, 7,5 ± 1,4 para cor, 8,0 ± 1,1 para aroma, 7,6 ± 1,2 para sabor, 7,1 ± 1,5 para textura e 7,6 ± 1,1 para avaliação global. Sendo todos os valores de parâmetros de aceitação próximos aos encontrados no presente estudo. A partir do que é descrito por Teixeira; Meinert; Barbetta (1987) que orientam que produtos consideravelmente aceitos em termos dos parâmetros sensoriais devem apresentar índice de aceitação superior a 70 %. E todas as formulações apresentaram aceitação superior a 70 %.

Conclusão

Os dados encontrados neste estudo indicam a viabilidade da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de batata doce, apresentando os cookies como uma boa alternativa de um produto

com melhor valor nutricional e boa aceitação sensorial. Todas as formulações apresentaram índice de aceitabilidade superior a 70 % sendo considerado aceito pelos parâmetros sensoriais.

Referências

- ARAÚJO, H. M. C. *et al.* Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 3, p. 467-474, 2010.
- BICK, M. A.; DE OLIVEIRA FOGAÇA, A.; STORCK, C. R. Cookies with different concentrations of quinoa flour in partial replacement of wheat flour. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.17, n.2, p.121 – 129, 2014.
- FASOLIN, L. H. *et al.* Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 524-529, 2007.
- FRANCO, V. A. **Desenvolvimento de pão sem glúten com farinha de arroz e de batata-doce**. 2015. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- GARMUS, T. T. *et al.* Elaboração de biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 3, n. 2, p. 56 – 65, 2009.
- IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 1020 p. 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- MAKINO, A. V. *et al.* Biscoitos do tipo cookie “kekse” desenvolvidos à base de batata-doce. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 13, n. 1, p. 73-89, 2017.
- SANTOS, J. C. *et al.* Estudo da cinética de secagem de batata-doce (*Ipomoea batatas*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.4, p.323-328, 2012.
- SAVELLI, R. A. *et al.* Análises texturométricas e microestruturais de pães franceses contendo farinha de batata-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.3, p.395-400, 1995.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise Sensorial de Alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. p.60.

Capítulo 40

Avaliação da composição química nutricional e tecnológica de bolos elaborados com farinha de batata doce

Ana Flavia Campos Santos*¹; Carla Beatriz Silva¹; Rafaela Pereira de Assis Barbosa¹; Ana Flávia Dias Costa¹; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira²; Claudia Regina Vieira³;

Resumo

Objetivou-se neste trabalho elaborar bolos utilizando a farinha de batata doce (FBD) como substituição parcial da farinha de trigo, e avaliar as características químicas nutricionais e tecnológicas dos produtos. Foram preparadas duas formulações, sendo uma com substituição de 25 % de FBD e outra com 50 % de FBD, que foram comparadas a uma amostra controle, sem adição FBD. Os bolos foram caracterizados quanto a composição centesimal e valor energético, bem como quanto aos índices de volume, simetria e contorno e cor. Os resultados obtidos indicaram que a FBD influenciou nas características tecnológicas, elaborando bolos de menor volume específico e diminuindo a luminosidade (L^*) da crosta e do miolo. Todavia, os bolos apresentaram coloração mais amarelada nos miolos, sendo uma característica atrativa neste tipo de produto. Na análise química nutricional, as amostras apresentaram maior teor de minerais e carboidratos aumentando, assim, o valor nutricional quando comparada a controle. Através destes resultados, pode-se concluir que é viável a utilização da farinha de batata em bolos, uma vez que os produtos apresentam maior valor nutricional e são mais atrativos, tendo alto potencial de consumo e comercialização.

Palavras-chave: Composição centesimal. Cor. *Ipomea batatas*. Panificação.

Introdução

A batata doce (*Ipomea batatas*) pode apresentar de 88,33 a 88,94 % de umidade, 16,69 a 31,08 % de proteínas, 9,15 a 14,26 % de fibras, 2,08 a 5,23 % de lipídeos, 42,03 a 58,02 % de carboidratos, 7,39 a 14,66 % de cinzas, todos em matéria seca, exceto umidade e um valor calórico de 386,84 a

¹ Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Técnica Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Professora Adjunto do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: camposana2011@gmail.com

438,48 kcal/g. É uma importante fonte de minerais, sendo seu macroelemento mais abundante, o potássio (conteúdo médio de 1625,1 mg/100 g), seguido do fósforo (conteúdo médio de 1248,2 mg/100 g), cálcio (conteúdo médio de 744,9 mg/100 g), Magnésio (conteúdo médio de 405,2 mg/100 g), e sódio (conteúdo médio de 159,98 mg/100 g), resultados esses, em matéria seca. Fornece também quantidades de microelementos importantes, como ferro, manganês, zinco e cobre com valores médios em matéria seca de 8,15 mg/100 g, 4,10 mg/100 g, 2,27 mg/100 e 1,28 mg/100 g, respectivamente, se tornando uma boa fonte de nutrientes (SUN *et al.*, 2014).

De acordo com Araújo *et al.* (2014), “o mercado consumidor tem se mostrado cada vez mais exigente na busca por alimentos nutritivos, que tragam em sua formulação algum apelo saudável, mas, que ainda assim seja agradável sensorialmente em todos os aspectos”.

Segundo Camili *et al.* (2016), “entre todos os produtos de panificação encontrados atualmente no mercado, o bolo é um dos produtos mais apreciados, podendo estar disponível com ou sem recheio, sob diversas formas, sabores e texturas”.

Diante desses aspectos, a elaboração de bolos utilizando farinha de batata doce se torna uma alternativa importante sob o aspecto nutricional. O objetivo deste trabalho foi, portanto, elaborar bolos utilizando a farinha de batata doce em substituição a farinha de trigo, e realizar análise centesimal, colorimétrica e tecnológica dos mesmos.

Material e métodos

A matéria-prima utilizada neste trabalho foi a farinha de batata doce (FBD) branca e comercial, adquirida no comércio local de Montes Claros – MG, bem como os demais ingredientes utilizados na formulação dos bolos.

Foram elaborados um bolo controle (100g de farinha de trigo), um bolo com 25 % de FBD e um bolo com 50% de FBD, ambos em substituição a farinha de trigo. Os demais ingredientes foram adicionados na mesma proporção.

Os bolos foram feitos de acordo com o método “creme”, misturando em batedeira planetária (marca Arno), a margarina (35 g), o açúcar (90 g) e as gemas (provenientes de 35 g de ovos) em velocidade média (5) por 4 minutos, até formar uma massa homogênea. Em seguida, foram acrescentados ao creme, as farinhas, o sal (1 g) e o leite (85 g) aos poucos, homogeneizando por mais 4 minutos em velocidade média (5). Posteriormente, foram acrescentadas as claras em neve e o fermento químico (3 g) e misturados por 2 minutos em velocidade baixa (1). Em seguida, a massa foi colocada em forma de alumínio de 15 cm de diâmetro untada com margarina, e forneadas por 40 minutos a 180 °C. Após o resfriamento, os bolos foram submetidos a análise tecnológica e de cor, e

posteriormente triturados e acondicionados em potes de vidro hermeticamente fechados até a realização das análises para determinação de sua composição centesimal.

Para a análise da composição centesimal da FBD e dos bolos, o teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa ventilada (Quimis, Q31M242, Diadema, Brasil) a 105 °C, até peso constante. Para a quantificação das proteínas totais, foi empregado a metodologia de micro-Kjeldahl utilizando digestor (Gerhardt Bonn, TR, Alemanha) e destilador de proteínas (Marconi, MA036, Piracicaba, Brasil), com o fator de conversão de nitrogênio universal de 6,25. Na análise de cinzas totais, as amostras foram incineradas em mufla (Coel, UL 1400, São Paulo, Brasil) a 550 °C. Essas análises foram realizadas segundo metodologias descritas pela AOAC (2011). A determinação da fração lipídica total foi determinada por metodologia de Bligh e Dyer (1959).

O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença percentual, subtraindo-se do total a soma de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos. O valor energético dos produtos foi calculado com base nos valores de lipídios, proteínas e carboidratos, que fornecem 9, 4 e 4 kcal/g, respectivamente (BRASIL, 2003).

Para a avaliação tecnológica dos bolos foram determinados os índices de volume (IV), de contorno (IC) e de simetria (IS), baseados no método descrito para teste de qualidade de bolos na AACC (1995).

A coloração da crosta e do miolo dos bolos foi medida em um Colorímetro Konica Minolta portátil com sistema CIELAB definido pelas coordenadas L* (luminosidade), a* (coordenada vermelho/verde) e b* (coordenada amarelo/azul), calibrado em superfície de porcelana branca, efetuando-se seis leituras em pontos diferentes. As leituras foram utilizadas para calcular o ângulo Hue, (ângulo da cor; 0° - vermelho; 90° amarelo; 180° verde; 270° azul e 360° negro) e o Chroma (Saturação ou intensidade da cor; 0 – cor insaturada/impura e 60 – cor saturada/pura), através das equações: $\text{Chroma} = \sqrt{a^2 + b^2}$ e $\text{ângulo Hue} = [\text{arco tangente } (b/a)]$. O L* indicou a luminosidade (brilho, claridade ou reflectância; 0: escuro/opaco e 100: branco).

Resultados e discussão

A farinha de batata doce (FBD) apresentou a seguinte composição centesimal: 9,70 ± 0,28 % de umidade, 6,33 ± 0,39 % de proteínas, 0,95 ± 0,05 % de lipídeos, 2,83 ± 0,06 % de cinzas e 80,46 % de carboidratos. O valor energético foi de 356,64 kcal/g. Nascimento *et al.* (2013), avaliaram a fécula de batata doce orgânica e fortificada e encontraram valores para umidade de 7,05 ± 0,16 %, cinzas de 2,88 ± 0,22 %, proteínas de 5,48 ± 0,41%, lipídeos de 0,60 ± 0,12 %, carboidratos

disponíveis de $65,18 \pm 1,47$ %, fibras $18,81 \pm 2,38$ % (ou seja, 83,99 % de carboidratos totais) e 287,88 kcal para o valor energético.

Borba, Sarmiento e Leonel (2005), também avaliaram a farinha de batata-doce, e encontraram valores de 8,7% de umidade, 6,7% de proteínas, 0,7% de lipídeos, 2,7% de cinzas, 4,3% de fibras insolúveis e 1,7% de fibras solúveis. Os autores não mencionaram o teor de carboidratos e do valor energético, mas fazendo os cálculos pelos valores apresentados, encontraram teores de 81,2 % e 357,9 kcal/g, respectivamente. Observa-se que os valores encontrados no presente trabalhos estão de acordo com esses autores. As variações se dão provavelmente devido as prováveis diferenças entre as cultivares e condições de cultivo das batatas estudadas e ao processamento de fabricação das farinhas.

Os resultados da composição centesimal dos bolos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados médios da composição centesimal e do valor energético de amostras de bolos elaborados com farinha de trigo e farinha de batata doce em substituição parcial à farinha de trigo

	Bolo controle	Bolo com 25 % de FBD ¹	Bolo com 50 % de FBD ¹
Umidade (%) ²	$32,24 \pm 0,98$ a	$32,99 \pm 0,15$ a	$32,66 \pm 0,66$ a
Proteínas (%) ²	$6,68 \pm 0,15$ a	$5,96 \pm 0,26$ b	$5,04 \pm 0,12$ c
Lipídeos (%) ²	$13,44 \pm 0,56$ a	$12,61 \pm 0,83$ a	$12,80 \pm 1,38$ a
Cinzas (%) ²	$1,74 \pm 0,01$ c	$1,84 \pm 0,01$ b	$2,06 \pm 0,02$ a
Carboidratos (%) ³	45,90	46,60	47,44
Valor energético (kcal/g) ⁴	388,85	379,64	390,98

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ FBD: farinha de batata doce; ² Resultados em base úmida; ³ Calculados por diferença: $100 - \% \text{umidade} - \% \text{proteínas} - \% \text{lipídeos} - \% \text{cinzas}$; ⁴ Valor energético = $9 \times \text{lipídeos} (\%) + 4 \times \text{proteínas} (\%) + 4 \times \text{carboidratos} (\%)$.

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Mitiku *et al.* (2018) caracterizaram pães elaborados substituindo parcialmente a farinha de trigo por FBD (0, 5, 10, 15, 20 e 25 % de substituição). Os autores constataram que o incremento de FBD na formulação, aumentou significativamente o teor de cinzas e reduziu os teores de proteínas, comportamentos semelhantes ao desse estudo. Embora a redução de proteínas possa se apresentar como um fator preocupante em relação ao fornecimento desse nutriente para dieta, observa-se que a redução não foi tão elevada. Em contrapartida, o aumento do teor de cinzas se mostra como um fator importante, uma vez que a principal fonte de minerais na dieta se dá através do consumo de frutas e

verduras e a elaboração de um produto de consumo mais atrativo, principalmente pelo público, que forneça boas quantidades desse nutriente, se torna uma alternativa interessante.

Okorie e Onyeneke (2012) elaboraram bolos utilizando uma mistura de farinhas de trigo e batata doce. Os autores encontraram para as formulações com 80:20 (trigo:batata doce) e 50:50 (trigo:batata doce), as seguintes composições: umidade de $11,33 \pm 0,90$ % e $10,90 \pm 0,90$ %, proteínas de $3,43 \pm 0,30$ % e $0,34 \pm 0,30$ %, lipídeos de $1,45 \pm 0,40$ % e $0,85 \pm 0,80$ % e cinzas de $1,43 \pm 0,40$ % e $2,07 \pm 0,70$ %, respectivamente. Observa-se que o valor nutricional dos bolos foi inferior ao do presente estudo. Entretanto, avaliando a composição da FBD utilizada por esses autores, constata-se também que esta possui teores de proteínas ($1,05 \pm 0,14$ %) e lipídeos ($0,70 \pm 0,20$ %) extremamente inferiores ao da farinha utilizada no presente trabalho, o que ocasionou nessa diferença entre os resultados aqui apresentados. O

Os resultados da avaliação tecnológica dos bolos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise tecnológica dos bolos

	Bolo controle	Bolo com 25 % de FBD ¹	Bolo com 50 % de FBD ¹
IV ²	$169,80 \pm 3,45$ a	$153,21 \pm 1,39$ b	$157,85 \pm 0,83$ b
IS ³	$8,11 \pm 0,67$ b	$9,11 \pm 0,63$ ab	$10,03 \pm 0,67$ b
IC ⁴	$19,07 \pm 1,84$ b	$27,07 \pm 1,41$ a	$25,52 \pm 0,97$ a
L* da crosta ⁵	$68,19 \pm 0,84$ a	$56,74 \pm 1,46$ b	$54,55 \pm 0,73$ c
° Hue da crosta ⁶	$80,68 \pm 0,84$ a	$74,24 \pm 1,58$ b	$75,52 \pm 0,40$ b
Chroma da crosta ⁷	$39,50 \pm 0,47$ a	$34,35 \pm 1,18$ b	$31,43 \pm 0,59$ c
L* do miolo ⁵	$68,86 \pm 2,31$ a	$54,29 \pm 1,61$ b	$45,47 \pm 0,83$ c
° Hue do miolo ⁶	$94,61 \pm 0,65$ a	$84,26 \pm 0,42$ b	$80,56 \pm 0,49$ c
Chroma do miolo ⁷	$25,91 \pm 1,00$ a	$25,38 \pm 0,35$ a	$25,04 \pm 0,47$ a

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ FBD: farinha de batata doce; ² Índice de volume (mm); ³ Índice de simetria (mm); ⁴ Índice de contorno (mm); ⁵ luminosidade (brilho, claridade ou reflectância; 0: escuro/opaco e 100: branco); ⁶ ângulo da cor: 0° - vermelho; 90° amarelo; 180° verde; 270° azul e 360° negro; ⁷ Saturação ou intensidade da cor (0 – cor insaturada/impura e 60 – cor saturada/pura).

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Verificou-se diferença significativa entre os bolos com 25 % e 50 % de FBD quanto ao volume do produto pronto em comparação com o bolo controle (0 % de FBD), sugerindo interferência da FBD na formação e expansão da estrutura proteica na massa. Segundo Borges *et al.* (2006), o uso de claras na formulação auxilia na incorporação de ar e suas proteínas são capazes de formar espumas,

entretanto, o uso de farinhas diferentes a do trigo, que apresentem teores de fibras mais elevados, podem interferir na formação e agregação da estrutura proteica ao redor das bolhas de ar na massa, contribuindo para a redução do volume do produto final. De acordo com Mitiku *et al.* (2018), a adição de 25 % de FBD eleva em até quatro vezes o teor de fibras nos produtos sem a adição da mesma. Esse dado sugere que o volume dos bolos foi afetado devido a esse fator. Entretanto, os índices de volume para os bolos com FBD do presente estudo foram superiores ao relatados por Borges *et al.* (2006), que encontraram em média 123,77 mm em bolos com adição de 15 a 45 % de farinha de aveia.

Em relação a simetria, os bolos com FBD apresentaram resultados estatisticamente iguais ao do bolo controle, enquanto que os índices de contorno foram maiores que a do bolo controle nos dois bolos elaborados com FBD.

Segundo Borges *et al.* (2006), a simetria e o contorno de massa durante o forneamento são características importantes no processamento de produtos de panificação. No caso de bolos, a simetria ideal deve assumir valor zero e o índice de contorno deve ser positivo, sugerindo que a massa cresceu uniformemente e que houve a manutenção estrutural durante a cocção. Observa-se, portanto, que embora a simetria não esteja dentro do ideal, a adição de FBD não interferiu nesse parâmetro de qualidade em relação ao bolo controle e que positivamente contribuiu para o contorno do bolo, o que faz com que a elaboração de bolos utilizando a FBD se apresente como um aspecto positivo sob o ponto de vista tecnológico. Esse comportamento foi semelhante ao relatado por Borges *et al.* (2006), que conseguiram um incremento no contorno dos bolos elaborados com a adição de farinha de aveia. No entanto, os índices de contorno (valor médio de 19,23 mm) apresentados por esses autores foram inferiores aos do presente estudo.

Observa-se ainda na Tabela 2, que a luminosidade (L^*) da crosta e do miolo dos bolos controle foi superior ao dos bolos com adição de FBD e que o aumento na quantidade adicionada da mesma, reduziu proporcionalmente sua luminosidade. De acordo com Camili *et al.* (2016), “a coloração dos bolos está relacionada principalmente com os ingredientes da formulação”, sendo a farinha FBD é mais escura do que a farinha de trigo, pois reduziu a luminosidade (claridade) da crosta e miolo dos bolos.

Em relação a variável Chroma, a adição da FBD interferiu na intensidade da coloração da crosta dos bolos, bem como no $^{\circ}$ Hue. Para o miolo, a adição de FBD interferiu apenas no $^{\circ}$ Hue. No entanto, os valores ficaram próximos a 90 $^{\circ}$ Hue, que indicam o tom amarelo para esses bolos, o que se faz atrativo sensorialmente e caracterizam esse tipo de produto.

Os resultados encontrados no presente trabalho foram superiores aos apresentados por Camili *et al.* (2016). Eles avaliaram a cor da crosta e do miolo no bolo controle e em um bolo elaborado com

50 % de farinha de mesocarpo de babaçu e encontraram valores para crosta do bolo de L* de $29,06 \pm 0,70$ % e $25,63 \pm 0,54$ %, de Chroma de $17,10 \pm 2,02$ % e $12,93 \pm 1,55$ % e de °Hue de $42,74 \pm 1,77$ % e $35,34 \pm 1,90$ %, e no miolo dos bolos L* de $31,51 \pm 1,88$ % e $24,17 \pm 1,01$ %, de Chroma de $22,91 \pm 0,89$ % e $20,06 \pm 0,43$ % e de °Hue de $49,25 \pm 1,15$ % e $41,18 \pm 0,88$ %, respectivamente.

Conclusão

Os dados encontrados no presente estudo sugerem que a substituição da farinha de trigo pela FBD em bolos eleva o teor de minerais, não interfere nas características de simetria e influencia positivamente no índice de contorno dos bolos elaborados, que apresentam coloração amarela atrativa para esses tipos de produtos. Sugere-se avaliação sensorial dos bolos, em estudos futuros, para corroborar com os resultados aqui encontrados, possibilitando concluir se esse produto apresenta potencial de comercialização.

Referências

- AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of American Association of Cereal Chemists**, 9. ed., v. 1 e 2 St. Paul: Approved Methods Committee, 1995.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed. 4 rev. Gaithersburg: AOAC, 2011. 1505p.
- ARAÚJO, J. S. F. *et al.* Avaliação sensorial de batatadoce roxa “chips” e palito. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 1 – 5, 2014.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911 – 917, 1959.
- BORBA, A. M.; SARMENTO, S. B. S; LEONEL, M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 835 – 843, 2005.
- BORGES, J. T. S. *et al.* Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Boletim CEPPA**, v. 24, n. 1, p. 145 – 162, 2006.
- BRASIL. RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 dez. 2003. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0360_23_12_2003.html. Acesso em: 08 mar. 2019.
- CAMILI, E. A. *et al.* Qualidade tecnológica de bolo elaborado com farinha de mesocarpo de babaçu. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS*, 25., 2016. Gramado, **Anais [...]**, Rio Grande do Sul: FAURGS, 2016. p. 1 – 6.
- MITIKU, D. H. *et al.* Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) flour. **British Food Journal**, v. 120, n. 8, p.1764 – 1775, 2018.
- NASCIMENTO, K. O. *et al.* Caracterização química e informação nutricional de fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) orgânica e biofortificada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 132 – 138, 2013.

OKORIE, S. U.; ONYENEKE, E. N. Production and quality evaluation of baked cake from blend of sweet potatoes and wheat flour. **Academic Research International**, v. 3, n. 2, p. 171 – 177, 2012.
SUN, H. *et al.* Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. **Food Chemistry**, v. 156, p. 380 – 389, 2014.

Capítulo 41

Avaliação das características de qualidade de queijo *petit suisse* comercializado na região de Diamantina/MG

Karine Moreira Guimarães*¹; Larissa Tacimara Santos¹; Edneia Correia de Souza¹; Lady Marluany Nunes da Cruz¹; Larissa de Oliveira Ferreira Rocha², Tatiana Nunes Amaral²

Resumo

O *petit suisse* é um tipo de queijo de alta umidade, consumido fresco e sem maturação. É obtido por coagulação mista do leite, adicionado de coalho e bactérias mesofílicas, com a possível adição de outros compostos alimentares. A legislação brasileira permite a adição de diversos ingredientes na formulação, dessa forma, cada produto possui características distintas que atraem consumidores diferentes. A correlação de dados instrumentais e sensoriais permite um panorama que possibilita entender as diferenças das amostras, sendo assim, a Análise de Componentes Principais viabilizou a caracterização de três amostras comerciais de *petit suisse* adquiridos na região de Diamantina/MG. Observou-se que os parâmetros instrumentais avaliados são muito importantes na escolha do produto. Os consumidores preferiram as amostras menos adocicadas e não muito ácidas e coloração mais avermelhada.

Palavras-chave: Análise de componentes principais. Consumidores. Textura.

Introdução

O setor de laticínios foi o segundo setor que obteve o maior faturamento, ficando atrás somente do setor de derivados de carne. Dentre os produtos mais vendidos pelos laticínios destacam-se as bebidas fermentadas e os queijos (ABIA, 2018).

De acordo com a Instrução Normativa N° 53, de 29 de dezembro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, entende-se como *petit suisse* o queijo fresco, não maturado, produzido pela coagulação do leite utilizando coalho e/ou enzimas específicas e/ou bactérias específicas, além disso, o queijo *petit suisse* caracteriza-se por ser um queijo de alta umidade. Para

¹Discente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

²Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

³Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

esse produto, a legislação permite adição opcional de outras substâncias alimentícias, das quais destacam-se o açúcar, saborizantes e aromatizantes, amidos, dentre outras. (BRASIL, 2000).

Para o consumidor, um produto deve, além de ter ótimas características físicas, químicas e microbiológicas, oferecer características sensoriais que aprovelem suas necessidades e anseios. Desta forma a qualidade do produto deve ser definida como a interação das características físicas e químicas com a aceitação dos consumidores (MINIM, 2006). Em contrapartida, a análise instrumental de textura quando correlacionada à percepção humana por meio da análise sensorial, permite entender as características que agradam o consumidor, uma vez que tais características são fundamentais para que o produto seja escolhido novamente (ANDRADE *et al.*, 2007).

A correlação das análises físicas com as análises sensoriais é uma maneira de entender instrumentalmente as respostas obtidas de forma subjetiva através da análise sensorial, sendo assim, a avaliação instrumental consegue quantificar parâmetros como cor e textura, uma vez que esses parâmetros são avaliados para a escolha do produto (SANDI, 2003; SOUZA *et al.*, 2012). Portanto, a correlação entre tais análises proporciona o entendimento do perfil de produto, assim como as características que os consumidores almejam.

O objetivo deste trabalho foi determinar por meio de análises instrumentais, características importantes para a qualidade do *petit suisse*, como cor, textura, pH e sólidos solúveis, correlacionando esses parâmetros com os dados sensoriais.

Material e métodos

Material

Foram realizadas análises em triplicata de três marcas de *petit suisse*, adquiridos no comércio local da cidade de Diamantina, Minas Gerais. As marcas estudadas foram designadas de A, B e C, objetivando manter o sigilo de seus fabricantes. O período de validade foi padronizado, adquirindo-se produtos com data de fabricação próximas, para que não houvesse diferenças bruscas na comparação das amostras.

Métodos

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Matérias-Primas, no Bloco de Laboratórios da Engenharia de Alimentos do Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da Universidade

Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). As metodologias de análise foram realizadas conforme descrito abaixo.

Avaliação de Cor

A cor das amostras foi determinada em colorímetro Minolta, modelo CM5. Trabalhou-se com D65 (luz do dia), realizando a avaliação de padrões CieLab: L*, a* e b*.

pH

A determinação do pH foi feita por meio do método eletrométrico, utilizando-se um pHmetro digital (Instituto Adolfo Lutz – IAL, 2008).

Sólidos solúveis

A determinação dos sólidos solúveis foi feita por meio do refratômetro digital modelo EEQ9030. A amostra foi homogeneizada, transferiu-se duas gotas de amostra a fim de realizar a leitura (Instituto Adolfo Lutz – IAL, 2008).

Textura (TPA)

A análise do perfil de textura, *texture perfil analysis* (TPA), foi realizada utilizando-se o texturômetro *Stable Micro Systems*, modelo TAX-XT Plus. Obtiveram-se os valores dos seguintes parâmetros, descritos por Szczesniak (1963): dureza (firmeza): força necessária para produzir uma deformação na amostra; elasticidade: velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada, depois de removida a força; e gomosidade: energia requerida para desintegrar um alimento até estar pronto para a deglutição. As amostras foram avaliadas em quadruplicatas, conforme Souza *et al.* (2012), com modificação da probe cilíndrica, a qual foi utilizada a probe cilíndrica de 40 mm. Para os testes adotaram-se os mesmos parâmetros utilizados por Souza *et al.* (2009): velocidade pré-teste: 1,0 mm/s; velocidade teste: 1,0 mm/s; velocidade pós teste: 2,0 mm/s; distância: 10 mm; probe: cilíndrica metálico de 40,0 mm.

Análise de aceitação sensorial

A análise foi realizada por 101 consumidores, dentre eles estudantes, professores e funcionários da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. As amostras foram apresentadas de forma balanceada, segundo Wakeling; McFie (1995), oferecidas em copos descartáveis codificados com números de três dígitos. O teste foi realizado empregando-se cabines individuais e luz branca. Escalas hedônicas estruturadas de nove pontos, cujos extremos correspondem a desgostei extremamente (1) e gostei extremamente (9), foram utilizadas no teste de aceitação, conforme Stone; Sidel (1993), para cor, textura e sabor.

Antes do teste, os provadores foram orientados a ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando sua participação voluntária. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética, sob número **CAAE**: 73962117.8.0000.5108.

Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) seguido do teste de Scott-Knot ao nível de 5% de significância para identificar as diferenças significativas através do software Sisvar. As médias da avaliação sensorial e análises físico-químicas e físicas foram correlacionados por Análise de Componentes Principais (ACP), através do programa SensoMaker, versão 1.8 (NUNES *et al.*, 2011).

Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta os valores médios obtidos a partir das análises do queijo *petit suisse*.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as marcas de petit suisse analisadas para os parâmetros: pH, sólidos solúveis, L*, a*, b*, cor e sabor.

O parâmetro b* varia de amarelo (+) a azul (-). Somente a amostra C foi positiva, indicando que esta amostra apresentou maior reflexão associada à cor amarela (+). As marcas A e B foram consideradas semelhantes, apresentando tendência à cor azul. A componente a* que varia de vermelho (+) a verde (-), obteve valores positivos para todas as amostras, demonstrando que o petit apresentou tendência à cor vermelha, o que se esperava de um produto com sabor de morango. O valor L* que expressa a luminosidade ou claridade da amostra, o qual varia de 100 (cem) para superfícies perfeitamente brancas até 0 (zero) para o preto, ou seja, quanto maior o valor de L*, mais claro é a amostra, dessa forma, a amostra C é considerada a mais clara.

Tabela 1 – Valores médios obtidos experimentalmente nas análises instrumentais e sensoriais para as amostras de *petit suisse*.*

PARÂMETROS	Amostras		
	A	B	C
pH	5,00 ^a	4,73 ^b	4,77 ^b
Sólidos solúveis	18,13 ^b	20,20 ^a	19,30 ^a
L	78,69 ^b	78,08 ^b	82,53 ^a
A	13,69 ^c	19,63 ^a	15,46 ^b
B	-0,28 ^b	-0,18 ^b	1,89 ^a
Cor	6,54 ^c	8,22 ^a	7,61 ^b
Sabor	8,01 ^a	6,56 ^b	6,72 ^b
Textura	7,83 ^a	7,51 ^a	7,68 ^a
Dureza	155,67 ^{ns}	167,68 ^{ns}	150,94 ^{ns}
Elasticidade	0,84 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,86 ^{ns}
Gomosidade	96,69 ^{ns}	122,65 ^{ns}	103,57 ^{ns}

* Letras diferentes na mesma linha indicam que houve diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância.

ns: não significativo.

Em relação ao pH, a amostra A apresentou o maior valor, sendo diferente ($p < 0,05$) das demais, e portanto, a amostra menos ácida.

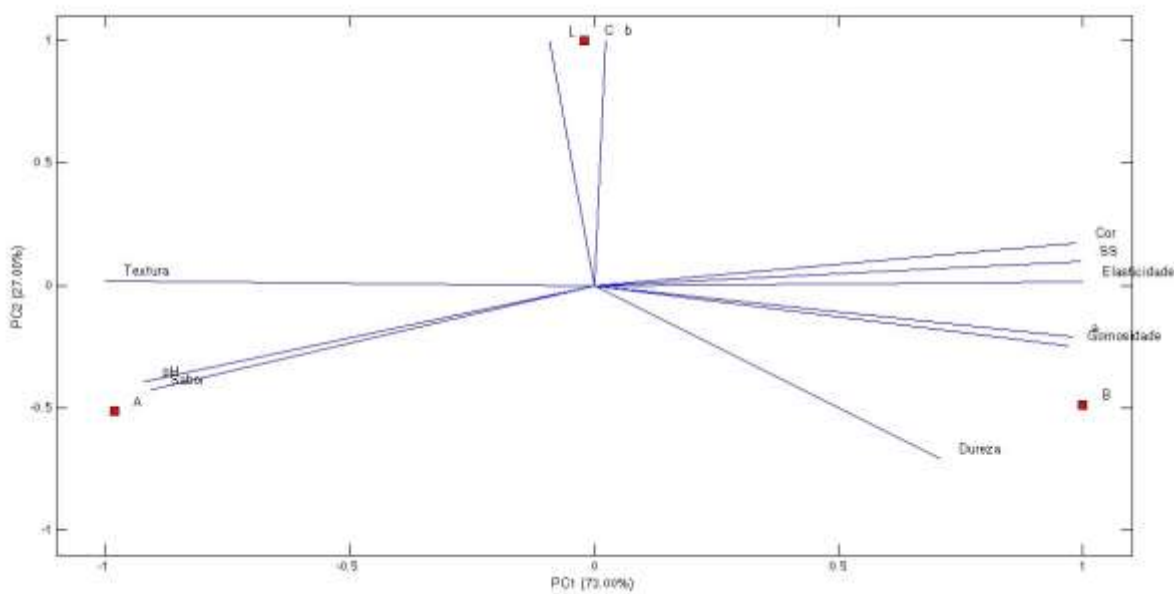
De acordo com Andrade e colaboradores (2007) analisar instrumentalmente a textura, auxilia na correlação entre a percepção humana e os dados instrumentais, o que é importante, pois é através da percepção dos consumidores que ocorre o desenvolvimento e/ou aprimoramento dos produtos. Dessa forma, a análise de dureza, elasticidade e gomosidade permite um panorama das amostras analisadas. Dentre as amostras analisadas não houve diferença ($p < 0,05$) significativa.

Em relação à avaliação sensorial, houve diferença significativa entre as amostras para os atributos: cor e sabor. A amostra A foi estatisticamente diferente ($p < 0,05$) das demais em relação aos atributos cor e sabor, sendo a amostra preferida. A amostra B apresentou a maior média para a cor, sendo estatisticamente diferente ($p < 0,05$) das demais e, portanto, a amostra mais aceita neste atributo.

Na Figura 1 são mostrados os resultados gráficos que revelam a separação das amostras e as variáveis mais importantes nessa separação.

O primeiro componente principal (PC1) explicou 73,0% e o segundo (PC2) explicou 27,0% da variabilidade das respostas. No gráfico, os descritores são representados como vetores, e as amostras localizam-se na mesma região dos vetores (descritores) que as caracterizam.

Figura 1 – Análise de Componentes Principais (ACP) do *petit suisse*.



Fonte: Dos autores, 2019.

De acordo com a Análise de Componentes Principais é possível verificar que a amostra A foi caracterizada por maiores valores de pH e maiores médias para os atributos sensoriais de sabor e textura. Observa-se uma correlação positiva entre o atributo sabor e o pH. Portanto, pode-se inferir que o pH pode ter sido um parâmetro importante na aceitação da amostra A.

A amostra B, apresentou maiores médias para dureza, gomosidade, elasticidade, sólidos solúveis, parâmetro de cor a^* e maior média para avaliação sensorial de cor. Observa-se uma correlação positiva entre o atributo cor e o parâmetro de cor a^* , o que nos leva a inferir em uma maior aceitação pela amostra que apresentou maior tonalidade avermelhada. Houve uma correlação negativa entre o atributo textura e os parâmetros instrumentais de textura, ou seja, os consumidores preferiram, a amostra menos firme, gomosa e elástica. A amostra B, apresentou-se mais adocicada, devido aos maiores teores de sólidos solúveis, porém, este apresentou correlação negativa com o sabor, indicando que os consumidores preferiram a amostra menos doce.

A amostra C apresentou os maiores valores de cor L^* e b^* , indicando uma amostra mais clara e de tonalidade amarelada, o que é pouco atrativo para o consumidor, uma vez que ao associar o queijo *petit suisse* com o sabor morango, espera-se uma coloração do rosa ao vermelho.

Diante do exposto, observa-se que os parâmetros instrumentais avaliados são muito importantes na escolha do produto. Os consumidores preferiram as amostras que apresentaram uma coloração mais avermelhada, gosto menos adocicado e não muito ácido. A amostra que apresentou-se mais firme, gomosa e elástica recebeu menor média no atributo textura (Tabela 1), demonstrando uma correlação negativa entre estes parâmetros de textura e sua aceitação.

Conclusão

A Análise de Componentes Principais possibilitou compreender a diferenciação das amostras em relação às suas preferências. Quando diferentes marcas são comparadas, os consumidores tendem a preferir um *petit suisse* de coloração mais avermelhada, não muito doce e também não muito ácido.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, o Instituto de Ciência e Tecnologia e o Núcleo de Estudos em Análise Sensorial de Alimentos.

Referências

- ANDRADE, A. A.; RODRIGUES, M. C. P.; NASSU, R. T.; NETO, M. A. S. **Medidas instrumentais de cor e textura em queijo de Coalho**. Unidade: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.
- ANDRADE, A. P. C. **Desenvolvimento de queijo *petit-suisse* com extrato de soja**. 2014. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná: Curso Superior de Tecnologia Em Alimentos. Londrina, 2014.
- Associação Brasileira Da Indústria De Alimentos. **Números do Setor: Mercado interno**. Disponível em: https://www.abia.org.br/vsn/anexos/faturament_o2018.pdf. Acessado em 20 de fevereiro de 2019..
- BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 53, de 29 de dezembro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo Petit Suisse. **Diário Oficial da União**, 04 de janeiro de 2001.
- MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa, MG. Editora UFV, 2006. 225 p.
- NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M.; BASTOS, S. C. Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, Malden, v. 26, n. 2, p. 167-174, 2011.
- SANDI, D.; CHAVES, J. B. P.; SOUZA, A. C. G.; SILVA, M. T. C.; PARREIRAS, J. F. M. Correlações entre características físico-químicas e sensoriais em suco de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* VAR. *flavicarpa*) durante o armazenamento. **Revista Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, 23(3): 355-361, set.-dez. 2003.
- SOUZA, V. R.; CARNEIRO, J. D. S.; PINTO, S. M.; SOUZA, A. B.; STEPHANI, R. Efeito da concentração de gordura nas propriedades físicas, químicas e sensoriais do queijo *petit suisse*

elaborado com retenção de soro. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Mai/Jun, n. 386, v. 67, pag. 20-28, 2012.

SZCZESNIAK, A. S. Classification of textural characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, n. 4, p. 385-389, 1963.

WAKELING, I. N.; MAC FIE, H. J. H. Designing consumer trials balanced for first And higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 6, n. 4, p. 299-308, 1995.

Capítulo 42

Utilização do teste “*Check All That Apply*” – CATA para descrever o perfil sensorial de doce de leite

Larissa Tacimara Santos*¹; Tatiane Siqueira¹; Karine Moreira Guimarães¹; Karina Vila Verde¹; Thaís Inês de Souza Marques²; Larissa de Oliveira Ferreira Rocha³

Resumo

O doce de leite é um produto amplamente consumido no Brasil e em diversos países da América Latina, sendo consumido diretamente ou como ingrediente de diversas receitas. Devido à diversidade de marcas faz-se necessário entender os atributos que levam à maior aceitação pelos consumidores. Uma forma de obter estas informações é através da análise sensorial descritiva. O presente trabalho utilizou a metodologia *Check All That Apply* com o objetivo de descrever o perfil sensorial do doce de leite ideal e verificar dentre as marcas estudadas quais se assemelham a um produto ideal. Os dados foram avaliados estatisticamente pelo teste Q de Cochran e pela Análise de Correspondência. Diante dos resultados obtidos, pode-se verificar que os atributos brilho, consistência, cor caramelo, cremoso, gosto doce, sabor característico e textura lisa, são características esperadas em um doce de leite. Nenhuma das amostras apresentaram todas as características do doce ideal, sendo as amostras A e C as que mais se aproximaram do perfil de um doce de leite ideal, segundo os consumidores. A determinação destas características podem auxiliar no desenvolvimento e/ou melhorias dos doces de leite comerciais.

Palavras-chave: Análise sensorial. Produto lácteo. Qualidade sensorial.

Introdução

O doce de leite é um produto lácteo similar ao leite condensado, o qual é muito popular em alguns países sul-americanos como Argentina e Uruguai (ARES; GIMÉNEZ, 2008; GIMÉNEZ *et al.*, 2008). Consumido principalmente como um doce ou espalhando como uma geleia. É também a base para a elaboração de muitos doces e sobremesas que fazem parte dos clássicos da cozinha latino-americana, é chamado de "*dulce de leche*" na Argentina e no Uruguai, "*arequipe*" na Colômbia,

¹Discente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

²Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

³Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

"*manjar blanco*" no Peru e "doce de leite" no Brasil. É preparado por ebulição do leite integral adicionado de sacarose até que seja atingido 70% de sólidos totais (RANALLI; ANDRÉS; CALIFANO, 2012). O bicarbonato de sódio é adicionado para evitar a coagulação da caseína e favorecer a reação de Maillard, responsável pela sua cor marrom típica (GIMÉNEZ *et al.*, 2008).

Segundo o “Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade” aprovado pela Portaria 354/1997, do Ministério da Agricultura e Pecuária, entende-se por Doce de Leite, o produto com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor a pressão normal ou reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem lácteas e/ou creme adicionado de sacarose (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos).

De acordo com Madrona e colaboradores, o consumidor tem dado preferência por produtos que apresentam altos padrões de qualidade. Produtos com boas características sensoriais (aparência, aroma, sabor, textura e aceitação geral) são de grande importância na indústria de alimentos, pois contribuem para assegurar a liderança do produto no mercado. As técnicas de análise sensorial disponíveis permitem diagnosticar os tipos e causas dos defeitos na qualidade do produto, o que é fundamental para se definir medidas preventivas na produção, processamento e distribuição (MADRONA *et al.*, 2009).

Os métodos sensoriais descritivos permitem a detecção, a descrição e a quantificação dos atributos sensoriais presentes em um alimento. Estes métodos são utilizados pela indústria de alimentos no desenvolvimento de novos produtos, no controle de qualidade, nas alterações de ingredientes e/ou formulações e na avaliação de produtos durante a estocagem. Porém, a maioria das técnicas descritivas existentes necessita da utilização de avaliadores treinados e emprega uma escala não estruturada para avaliar os produtos. Isto torna as análises demoradas e com custo elevado, devido às exaustivas sessões de treinamento para que os problemas com o uso das escalas sejam minimizados. Em resposta às limitações da análise descritiva clássica, várias metodologias vêm sendo estudadas como alternativa à análise descritiva convencional, dentre as quais pode-se citar, as técnicas Perfil *Flash*, *sorting*, mapeamento projetivo, *Check-All-That-Apply* (CATA) e posicionamento sensorial polarizado. Estas metodologias não necessitam de treinamento e podem ser realizadas por avaliadores treinados ou não treinados (ALCANTARA, FREITAS-SÁ, 2018).

A metodologia CATA é descrita como eficiente para descrever e discriminar os produtos, sendo suas principais vantagens a simplicidade, e a rapidez com que as análises são efetuadas. Estudos que comparam sua eficiência em relação ao uso de avaliadores treinados relatam altas correlações detectadas entre as avaliações, evidenciando que os consumidores são capazes de avaliar os atributos sensoriais de uma forma semelhante (BRUZZONE *et al.*, 2012; ARES *et al.*, 2010).

O procedimento do CATA consiste na elaboração de uma lista de atributos (palavras ou frases) que a equipe de julgadores considera apropriada para descrever os produtos em avaliação. Os produtos são apresentados monadicamente aos julgadores, os quais são solicitados a marcar os atributos que eles consideram presentes naquela amostra específica. O número de atributos selecionados é definido pelo julgador, por seu próprio critério (VALENTIM *et al.*, 2012). A utilização desta técnica na caracterização descritiva de alimentos ainda é recente. Encontra-se na literatura estudos descritivos por meio do CATA para caracterizar sorvete de baunilha (DOOLEY, *et al.* 2010), iogurte probiótico (CRUZ *et al.*, 2013), queijo Minas Frescal (OLIVEIRA *et al.*, 2017), requeijão cremoso (TORRES *et al.*, 2017).

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo descrever o perfil sensorial do doce de leite ideal e verificar dentre as marcas estudadas quais se assemelham a um produto ideal.

Material e métodos

Material

Foram analisadas quatro marcas de doce de leite (designadas A, B, C e D) adquiridas no comércio local da cidade de Diamantina, Minas Gerais. As amostras foram adquiridas e analisadas em julho de 2018. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética, sob número **CAAE**: 73962117.8.0000.5108.

Metodologia

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Bioquímica de Alimentos da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, sendo utilizadas cabines individuais e luz branca.

Antes da realização do teste CATA, foram definidos os termos descritivos em uma sessão com 16 consumidores. Os termos descritivos foram gerados através da aplicação de uma ficha de Método Rede (MOSKOWITZ, 1983). Após a definição dos termos descritivos (Tabela 1), foi confeccionada a ficha do teste CATA.

Os provadores foram orientados a marcar na ficha os termos descritivos que descreviam as amostras, de acordo com metodologia descrita por Ares, Bruzzone e Giménez (2011). Após a avaliação de todas as amostras, os consumidores foram convidados a responder um questionário CATA igual ao respondido para as amostras, marcando os termos que consideravam que descrevia o doce de leite ideal, de acordo com o sugerido por Bruzzone *et al.* (2015).

Para a avaliação sensorial, foram servidos 10g do produto aos provadores em copos descartáveis de 50 mL, codificados com números aleatórios de 3 dígitos, acompanhadas de um copo com água. A apresentação das amostras foi realizada de forma monádica e em blocos completos balanceados (WALKELING, MACFIE, 1995). A análise foi realizada por uma equipe composta por aproximadamente 62 consumidores, sendo 55% dos provadores do sexo feminino e 45% do sexo masculino.

Análise estatística

Para a avaliação estatística dos dados foi realizado o teste Q de Cochran ao nível de 5% de significância, para determinação dos termos significativos. Após a determinação dos termos significativos foi realizada uma Análise de Correspondência (AC).

Resultados e discussão

A Tabela 1 demonstra o resultado do teste Q de Cochran, o qual indicou que não houve diferença significativa entre as amostras apenas para o atributo gosto amargo, o que demonstra que este atributo não possui importância para o consumidor na percepção global do produto.

Os atributos aroma característico, brilho, consistência, cor caramelo, cremoso, gosto doce, sabor característico e textura lisa foram escolhidos por 50% ou mais dos provadores, sendo elencados como características desejáveis para um doce de leite ideal, ou seja, os provadores buscam tais características ao adquirir o produto. Em contrapartida, os descritores: arenoso, aroma adocicado, aroma de caramelo, cor marrom, firme, gelatinoso, gosto amargo, gosto de amido, pastoso e sabor de caramelo não foram considerados importantes.

Para o questionário CATA aplicado, a primeira e a segunda dimensão da Análise de Correspondência foram responsáveis por 84,74% da variância dos dados experimentais, sendo 63,55% e 21,20%, respectivamente (Figura 1).

Através da Análise de Correspondência tem-se que a amostra A foi caracterizada por ser gelatinosa, apresentar gosto doce e sabor de caramelo. A amostra B apresentou-se mais firme, consistente, com gosto de amido, aroma de caramelo e aroma adocicado, segundo os consumidores. A amostra C foi caracterizada pelos atributos brilho, cremoso e aroma característico. A amostra D foi descrita como arenosa, com sabor característico e cor marrom. Das amostras analisadas, as amostras A e C aproximam-se das características do doce de leite ideal.

Tabela 1 – Frequência de escolha de cada atributo por amostra e resultado do teste Q de Cochran para o questionário CATA.

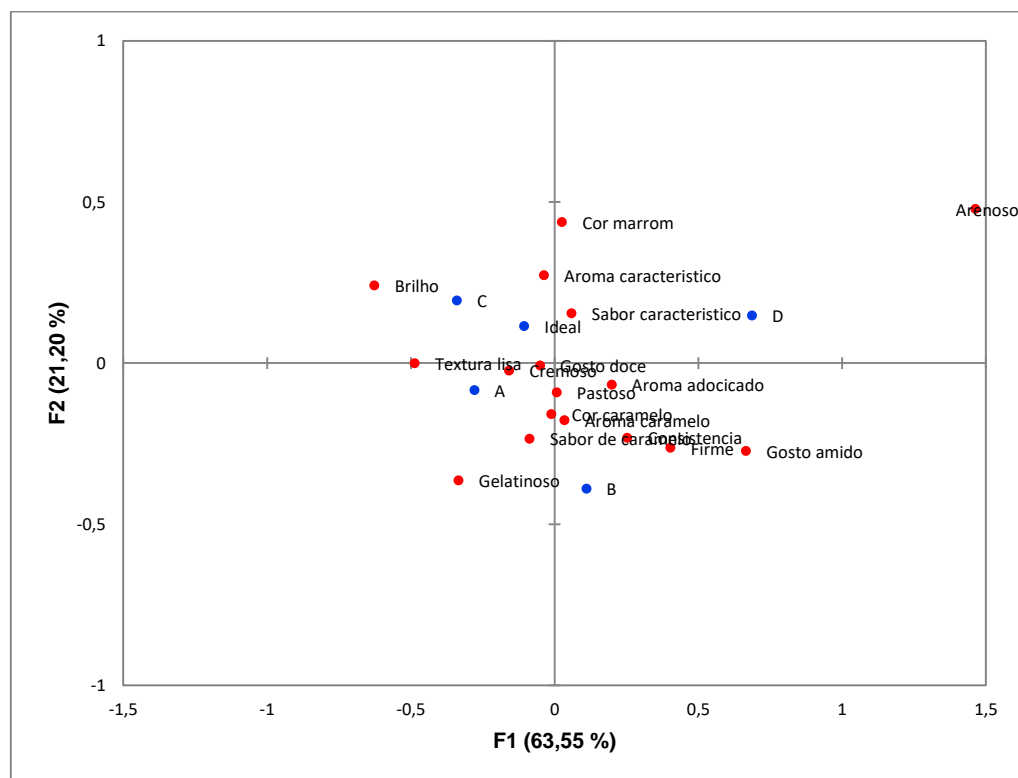
Atributo	Amostras					p-valor
	A	B	C	D	Ideal	
Aroma adocicado	23	17	13	24	11	< 0,0001
Arenoso	00	05	01	49	07	< 0,0001
Aroma característico	29	18	43	35	55	< 0,0001
Aroma de caramelo	13	17	15	12	06	0,015
Brilho	51	06	50	02	34	< 0,0001
Consistência	26	42	13	35	32	< 0,0001
Cor caramelo	48	50	31	33	49	< 0,0001
Cor marrom	15	05	33	25	14	< 0,0001
Cremoso	37	36	40	21	47	< 0,0001
Firme	22	35	04	35	25	< 0,0001
Gelatinoso	13	11	10	02	02	< 0,0001
Gosto amargo	02	05	02	03	01	0,066*
Gosto de amido	02	15	07	16	00	< 0,0001
Gosto doce	51	41	46	38	47	< 0,0001
Pastoso	32	29	25	25	25	0,001
Sabor característico	27	28	37	39	55	< 0,0001
Sabor de caramelo	27	24	20	14	09	< 0,0001
Textura lisa	46	27	51	03	35	< 0,0001

* Para p-valor maior que o nível de significância alfa = 0,05 indica que não há diferença significativa.

**O produto ideal não foi considerado no teste Q de Cochran.

Della-Lucia *et al.* (2003) realizaram uma análise descritiva quantitativa para determinar os atributos sensoriais que melhor caracterizassem sete marcas comerciais de doce de leite pastoso comercializadas em Viçosa/MG. Os atributos referiram-se à aparência (cor e brilho), sabor (gosto doce e sabor característico) e textura (consistência, arenosidade e adesividade), os quais possibilitaram avaliar o perfil sensorial dos doces. Os resultados indicaram diferenças significativas em todos os atributos avaliados, demonstrando a existência de grande variabilidade sensorial dos produtos disponíveis no mercado.

Figura 1 – Representação das amostras, do produto ideal e dos termos na primeira e segunda dimensão da Análise de Correspondência da tabela de frequência do questionário CATA. O produto ideal foi considerado como amostra suplementar na análise.



Fonte: Dos autores, 2019.

Ferreira e colaboradores (2012) através da análise de componentes principais (ACP) avaliaram quais as características influenciaram na aceitação de seis marcas comerciais de doce de leite comercializados no município de Lavras/MG. Segundo os autores, a textura e a cor foram atributos importantes na escolha do produto, pois os consumidores preferiram as amostras mais escuras, menos gomosas e mais moles.

Conclusão

A avaliação sensorial do doce de leite permitiu coletar informações acerca das características consideradas ideais para o produto, como: brilho, consistência, cor caramelo, cremoso, gosto doce, sabor característico e textura lisa. Nenhuma das amostras avaliadas apresentou todos os atributos que os provadores consideraram ideais, no entanto, as amostras A e C foram as que mais se aproximaram das características desejadas em um doce de leite.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, o Instituto de Ciência e Tecnologia e o Núcleo de Estudos em Análise Sensorial de Alimentos.

Referências

- ALCANTARA, M; FREITAS-SÁ, D. G. C. Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis – uma atualidade na ciência sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. 1-12, 2018.
- ARES, G. *et al.* Application of a check-all-that-apply question to the development of chocolate Milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, n. 1, p. 67-86, 2010.
- ARES, G., BRUZZONE, F., GIMÉNEZ, A. Is a consumer panel able to reliably evaluate the texture of dairy desserts using unstructured intensity scales? Evaluation of global and individual performance. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 363-370, 2011.
- ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Influence of temperature on accelerated lactose crystallization in dulce. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 61, n. 3, p. 277-283, Aug. 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria nº 354, de 4 de setembro de 1997. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de doce de leite. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 4 set. 1997.
- BRUZZONE, F. *et al.* Comparison of intensity scales and CATA questions in new product development: Sensory characterisation and directions for product reformulation of milk desserts. **Food Quality and Preference**. v. 44, p.183-193, 2015.
- BRUZZONE, F.; ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Consumers' texture perception of milk desserts. II – comparison with trained assessors' data. **Journal of Texture Studies**, v. 43, n. 3, p. 214-226, 2012.
- CRUZ, A. G.; CADENA, R. S.; CASTRO, W. F.; ESMERINO, E. A.; RODRIGUES, J. B.; GAZE, L.; FARIA, J. A. F.; FREITAS, M. Q.; DELIZA, R.; BOLINI, H. M. A. Consumer perception of probiotic yogurt: Performance of check all that apply (CATA), projective mapping, sorting and intensity scale. **Food Research International**, 54 p. 601–610, 2013.
- DELLA-LUCIA, S. M. *et al.* Perfil sensorial de doce de leite pastoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 58, n. 334, p. 45-50, 2003.
- DOOLEY, L. *et al.* The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**, 21, p. 394–401, 2010.
- FERREIRA, L. O; PEREIRA, P. A. P; MARIA, J.; PINTO, S. M. Avaliação das características de qualidade de doces de leite comerciais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 67, n. 387, p. 05-11, 2012
- GIMÉNEZ, A. *et al.* Consumer reaction to changes in sensory profile of dulce de leche due to lactose hydrolysis. **International Dairy Journal**, Barking, v. 18, p. 951-955, Sept. 2008.
- MADRONA, G. S. *et al.* Estudo do efeito da adição de soro de queijo na qualidade sensorial do doce de leite pastoso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 826-833, out./dez. 2009.
- MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods**. Westport: Food e Nutrition Press, 1983. 605 p.

OLIVEIRA, E. W. *et al.* Reformulating Minas Frescal cheese using consumers' perceptions: Insights from intensity scales and check-all-that-apply questionnaires. **Journal of Dairy Science**, Vol. 100 No. 8, p. 6111–6124, 2017.

RANALLI, N.; ANDRÉS, S. C.; CALIFANO, A. N. Physicochemical and rheological characterization of “dulce de leche”. **Journal of Texture Studies**, Westport, v. 43, p. 115-123, 2012.

TORRES, F. R.; ESMERINO, E. A.; THOMAS CARR, B.; FERRÃO, L. L.; GRANATO, D.; PIMENTEL, T. C.; BOLINI, H. M. A.; FREITAS, M. Q.; CRUZ, A. G. Rapid consumer-based sensory characterization of requeijão cremoso, a spreadable processed cheese: Performance of new statistical approaches to evaluate check-all-that-apply data. **Journal of Dairy Science**, Vol. 100, p. 6100–6110, No. 8, 2017.

VALENTIN, D. *et al.* Quick and dirty but still pretty good: a review of new descriptive methods in food science. **International Journal of Food Science and Technology**, 47, 1563–1578, 2012.

WAKELING, I. N.; MAC FIE, H. J. H. Designing consumer trials balanced for first And higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 6, n. 4, p. 299-308, 1995.

Capítulo 43

Análise sensorial de minibolos formulados com farinha de batata doce recheados com geleia de amora

Ana Flavia Campos Santos*¹; Maria Luiza Duarte Fonseca¹; Carla Beatriz Silva¹; Karolina Soares da Silva¹; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira²; Claudia Regina Vieira³;

Resumo

A batata doce é um alimento altamente nutritivo e de baixo índice glicêmico. Sua farinha pode ser utilizada como substituto parcial da farinha de trigo, e empregada em diversos produtos, como biscoitos e bolos. O objetivo deste trabalho consistiu na elaboração de minibolos formulados com farinha de batata doce recheados com geleia de amora e avaliação das suas características sensoriais. Na análise sensorial foram recrutados 60 provadores não treinados que avaliaram os produtos quanto à aceitação, intenção de compra e consumo. No teste de aceitação, os provadores atribuíram notas entre seis a nove, para todos os atributos, demonstrando que “gostaram ligeiramente” a “gostaram extremamente”. Os produtos obtiveram valores para índice de aceitação maiores que 85 %. A partir destes resultados, pode-se concluir que os produtos apresentam potencial de mercado.

Palavras-chave: Aceitação. *Ipomea batatas*. Panificação.

Introdução

A batata doce (*Ipomoea batatas*) é uma hortaliça tuberosa originária do Noroeste da América Central e do Sul e, por ser considerado um alimento nutritivo, de fácil cultivo e baixo custo de produção, além de ser consumida e produzida no mundo todo (JOSÉ, 2012).

A batata doce é uma raiz eminentemente calórica, sendo o amido o principal carboidrato. As raízes de batata doce apresentam em média 70,0 % de umidade, 0,61 % de fibras, 26,0 % de carboidratos e 1,05 % de cinzas (CEREDA; WOSIACKI; CONCEIÇÃO, 1985). Além de ser considerada uma hortaliça altamente energética, a batata doce é também nutritiva, devido seu baixo

¹ Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Técnica Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Professora Adjunto do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: camposana2011@gmail.com

índice glicêmico, o que resulta na diminuição da sensação de fome e no aumento da saciedade, e assim, contribui para o controle de peso. Esta raiz ainda se destaca pelo seu alto teor de vitaminas do complexo B e A (JOW *et al.*, 2007).

Segundo Silva, Lopes e Magalhães (2002), a batata doce pode ser consumida de diferentes maneiras, sendo a forma cozida a mais tradicional. É também aplicada na produção industrial de farinha, álcool e amido (FONTES *et al.*, 2012). A farinha de batata doce pode ser empregada em substituição parcial da farinha de trigo e aplicada, principalmente, na elaboração de produtos de panificação como bolos e biscoitos (RODRIGUES-AMAYA; NUTTI; CARVALHO, 2011).

O bolo é o produto obtido da mistura e homogeneização de farinhas, fermentadas ou não, com outros ingredientes, por exemplo, leite, ovos e gordura, necessitando do cozimento da massa obtida (BORGES *et al.*, 2006). Este produto é consumido principalmente no café da manhã e lanches, uma vez que é considerado um produto leve, saboroso, facilmente mastigável e apresenta textura porosa fazendo com que o mesmo seja digerido rapidamente no organismo (MOSCATTO; PRUDÊNCIO-FERREIRA; HAULY, 2004).

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi utilizar a farinha de batata doce na produção de minibolos recheados com geleia de amora, e avaliar suas características sensoriais.

Material e métodos

Os ingredientes (farinha de trigo, farinha de batata doce (FBD), leite integral, açúcar, fermento em pó, margarina, sal, ovos e geleia de amora) utilizados para elaboração dos minibolos foram adquiridos no comércio local de Montes Claros (MG) e armazenados sob refrigeração no Laboratório de Tecnologia de Produtos Vegetais da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros, até o momento de seu uso.

Foram elaboradas duas formulações de minibolos, que estão apresentadas na Tabela 1.

Os minibolos foram feitos de acordo com o método Creme. Inicialmente, bateu-se as claras em neve, reservando-as para utilização posterior. Em seguida, em batedeira planetária (marca Arno), adicionou-se a margarina, o açúcar e as gemas em velocidade média (5) por 4 minutos, até constituírem uma massa homogênea. Logo após, foram acrescentados ao creme, as farinhas, o sal e o leite, aos poucos, homogeneizando por mais 4 minutos em velocidade média (5). Posteriormente, acrescentou-se as claras em neve e o fermento em pó, sendo misturados por 2 minutos em velocidade baixa (1). Foram, então, pesados aproximadamente 10g de massa em forminhas de alumínio (59mm x 36mm x 19mm) untadas com margarina, e adicionou a geleia de amora. Logo após, as forminhas foram colocadas em estufa e submetidas ao cozimento por 40 minutos a 180 °C. Após o resfriamento,

os minibolos foram desenformados, e acodicionados em embalagens plásticas até a realização da análise sensorial.

Tabela 1 – Formulações dos minibolos.

Ingredientes	25 % de FBD (g)	50 % de FBD (g)
Farinha de trigo	75	50
Farinha de batata doce	25	50
Margarina	35	35
Açúcar	90	90
Ovos	35	35
Leite integral	85	85
Fermento químico	3	3
Sal	1	1

Legenda: FBD: farinha de batata doce.

A análise sensorial dos minibolos de batata doce recheados com geleia de amora foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG) em cabines individuais. Foram recrutados provadores não treinados, sendo que o recrutamento destes ocorreu por meio de convite divulgado por e-mail e nos murais da comunidade do ICA/UFMG.

Para realização dos testes os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) segundo o Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG (CAAE: 97454718.1.0000.5149), em duas vias.

Para avaliação dos minibolos foi empregado o teste pareado-preferência (método 164/IV) e o teste de aceitação (método 165/IV) que foi composto por escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9). Os atributos avaliados foram aparência, sabor, cor, aroma, textura e avaliação global. Os provadores também foram solicitados a avaliarem o produto quanto à intenção de consumo (método 167/IV), por meio da escala de sete pontos, variando de “nunca comeria” (1) a “certamente comeria” (7), e intenção de compra (método 167/IV), por meio de escala de cinco pontos, variando de “nunca compraria” (1) a “certamente compraria” (5). Os testes foram realizados conforme as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Para todos os testes, as duas amostras foram servidas em porções de 10g em pratos plásticos descartáveis, codificados com números de três dígitos, acompanhada de um copo com água para

reduzir a influência de uma amostra sobre a outra. Os provadores receberam uma ficha de avaliação, que também continha campos para preenchimento de dados como sexo, faixa etária, se possuíam o hábito de consumir minibolos e se consumiam batata doce.

Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (I.A), foi utilizada a seguinte expressão: $IA (\%) = A \times 100/B$, onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987), para avaliação global.

O teste pareado-preferência foi avaliado por tabela de teste de comparação pareada de acordo com o número de provadores com nível de probabilidade de 5% (IAL, 2008).

No teste de aceitação sensorial, o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, no qual os resultados foram analisados estatisticamente utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA). As diferenças foram consideradas significativas para $p < 0,05$, com intervalo de confiança de 95% pelo Test t de Student. O programa utilizado para as análises foi o software R.

Resultados e discussão

Dos 60 provadores que participaram do estudo, 63 % eram do sexo feminino e 37 % masculino. Dentre esses, 82 % possuem idade inferior a 25 anos, 48 % tem o hábito de consumir minibolos, e 70 % consomem batata doce.

No teste pareado-preferência, a amostra com 25 % de FBD foi a preferida por 39 provadores, enquanto que a com 50 % de FBD, por 21 provadores. Segundo valores tabelados de teste de comparação pareada de acordo com o número de 60 provadores, com nível de probabilidade de 5 %, para que as amostras apresentem diferença significativa, pelo menos 39 provadores devem escolher uma das duas amostras (IAL, 2008). Sendo assim, pode-se afirmar que a amostra com 25 % de FBD foi a preferida pela maioria dos provadores.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados para o teste de aceitação dos minibolos.

Para os atributos “textura” e “sabor”, em nenhuma das amostras de minibolos foram verificadas diferenças mínimas significativas, porém ao compararmos “aparência”, “cor”, “aroma” e “avaliação global” observam-se diferenças significativas, como pode ser visto na Tabela 2.

Algumas destas diferenças também foram obtidas em outros trabalhos, como o de Okorie e Onyeneke (2012), que produziram e avaliaram sensorialmente bolos com adição de diferentes concentrações de FBD. Ao compararem o bolo preparado com 30 % de FBD com o bolo elaborado com 50 % de FBD, observaram diferenças significativas para “cor” e “avaliação global”.

Tabela 2 – Teste de aceitação dos minibolos formulados com farinha de batata doce recheados com geleia de amora

Atributos	Minibolo com 25% de FBD ⁵	Minibolo com 50% de FBD ⁵
Aparência ¹	7,32 ± 1,33 a	7,62 ± 1,25 b
Textura ¹	7,70 ± 1,14 a	7,92 ± 1,14 a
Cor ¹	6,92 ± 1,59 a	7,67 ± 1,31 b
Aroma ¹	7,63 ± 1,22 a	7,97 ± 1,23 b
Sabor ¹	7,98 ± 1,28 a	8,20 ± 1,04 a
Avaliação Global ¹	7,80 ± 1,10 a	8,20 ± 0,95 b
Intenção de consumo ²	5,27 ± 1,34 a	5,52 ± 1,31 a
Intenção de compra ³	4,02 ± 1,00 b	4,28 ± 0,80 b
Índice de aceitação ⁴	86,67	91,11

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ Escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9); ² Escala de sete pontos, variando de “nunca comeria” (1) a “certamente comeria” (7); ³ Escala de cinco pontos, variando de “nunca compraria” (1) a “certamente compraria” (5); ⁴ IA (%) = A x 100/B, onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto, para avaliação global. ⁵ FBD: farinha de batata doce;

Nota: Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si significativamente pelo Teste de t de student ($p \leq 0,05$).

No quesito “intenção de consumo”, as amostras apresentaram valores semelhantes, ficando entre 5 e 6, indicando que os provadores “comeriam frequentemente” ou “comeriam muito frequentemente” o produto. Para o atributo “intenção compra”, as amostras tiveram valores semelhantes, ficando entre 4 e 5, indicando que os provadores “provavelmente comprariam” ou “certamente comprariam” o produto.

Andrade *et al.* (2015), elaboraram e avaliaram sensorialmente bolos produzidos com farinha desmucilada de talo e receberam valores entre 3 e 5 para o quesito “intenção de compra”, sendo valores semelhantes aos encontrados neste estudo.

Ao analisar o parâmetro “índice de aceitação”, a amostra FBD 50 % teve maior aceitação obtendo valor de 91,11 %, enquanto a amostra FBD 25 % obteve valor de 86,67 %. Mas as duas tiveram excelentes índices de aceitação, uma vez que, segundo Teixeira; Meinert e Barbeta (1987), para um produto ser considerado aceito sensorialmente é necessário que obtenha um Índice de Aceitabilidade igual ou superior a 70 %. Estes resultados mostram que além dos produtos serem aceitos sensorialmente, os mesmos são altamente promissores para comercialização.

Conclusão

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que é viável a elaboração de minibolos formulados com farinha de batata doce recheados com geleia de amora, uma vez que os produtos obtiveram elevada aceitabilidade, intenção compra e consumo, demonstrando terem alto potencial de mercado.

Referências

- ANDRADE, L. A. *et al.* Farinha desmucilada de taro utilizada na elaboração de bolos. **Científica**, v. 43, n. 3, p. 203-214, 2015.
- BORGES, J. T. S. *et al.* Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Boletim CEPPA**, v. 24, n. 1, 2006.
- CEREDA, M. P.; WOSIACKI, G.; CONCEIÇÃO, F. D. A. Características físico-químicas e reológicas de cultivares de batata doce (*Ipomoea batatas*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 5, p. 61-70, 1985.
- FONTES, L. C. B. *et al.* Efeito das condições operacionais no processo de desidratação osmótica de batata-doce. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. 1, p. 1-13, 2012.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 1020 p. 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- JOSÉ, A. E. **Compostos fenólicos e atividade antibacteriana em acessos de *Ipomoea batatas* (L.) Lam (batata-doce)**. 2012. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- JOW, J. W. *et al.* A food-based approach introducing orange-fleshed sweet potatoes increased Vitamin A intake and serum retinol concentrations in young children in rural Mozambique. **The Journal of Nutrition**, v. 137, n. 5, p. 1320-1327, 2007.
- MOSCATTO, J. A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M.C.O. Farinha de Yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 634-640, 2004.
- OKORIE, S. U.; ONYENEKE, E. N. Production and quality evaluation of baked cake from blend of sweet potatoes and wheat flour. **Academic Research International**, v. 3, n. 2, p. 171 – 177, 2012.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V. Carotenoids of sweet potato, cassava, and maize and their use in bread and flour fortification. In: PREEDY, R. R.; WATSON, R. R.; PATEL, V. B. (Eds.). **Flour and breads and their fortification in health and disease prevention**. Academic Press; Elsevier, 2011. chap. 28, p. 301-311.
- SILVA, J. B. C. da; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da batata-doce. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. Fundação Cargill, 2002. p. 448-504.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise Sensorial de Alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. p.60.

Capítulo 44

Análise e caracterização de um padrão de identidade e qualidade para biscoito tipo cracker

Paula Thamara Goecking Gomes*¹; Leticia Aparecida de Moraes²;
Mariana Pereira Silveira¹; Marcio Schmiele³

Resumo

Os biscoitos são os produtos de panificação mais produzidos e consumidos no mundo. Trata-se de produtos com elevada vida de prateleira por suas características de baixa atividade de água, reduzida umidade e elevada crocância. No entanto, a legislação brasileira é deficiente quanto a esse produto, não havendo definições sobre os seus padrões de identidade e qualidade. O presente trabalho buscou identificar e discutir uma estimativa para o estabelecimento de um padrão de identidade e qualidade para biscoitos do tipo cracker. Foram analisadas quinze amostras de biscoito tipo cracker de diferentes formulações e fabricantes, comercializadas no Brasil. As amostras foram analisadas quanto à atividade de água, teor de umidade, pH, acidez total titulável, volume específico, dureza, fraturabilidade, cor instrumental, e medidas de comprimento, largura e espessura. Os resultados foram estatisticamente analisados por análise de variância ANOVA e teste de média Scott-Knott, ao nível de confiança de 95%. Os resultados mostraram que se podem determinar faixas de valores dos atributos analisados, permitindo a identificação de um padrão de qualidade.

Palavras-chave: Controle de qualidade. Textura. Crocância. Vida de prateleira. Panificação.

Introdução

Os produtos de panificação estão presentes em quase todas as classes sociais e possuem alta popularidade. Dentre estes, de um total de 2.508.683 toneladas fabricadas, 1.157.051 toneladas são de biscoitos em que 22% são do tipo água e sal e cream cracker. O Brasil é o quarto maior produtor mundial, segundo dados referentes ao ano de 2018 (ABIMAPI, 2019).

¹ Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; *paulatgoecking@gmail.com

² Graduanda em Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

³ Professor, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Os biscoitos são produtos caracterizados por possuir elevada crocância e baixos teores de atividade de água e umidade, o que os torna um produto de elevada vida de prateleira. Além disso, possuem sabores variados, sendo produtos práticos e relativamente baratos. A legislação brasileira define biscoitos ou bolachas em sua resolução RDC N° 263 de 22 de setembro de 2005, como produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e/ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Esta definição é muito abrangente e refere-se somente às matérias-primas e ao processamento, mas faltam informações quanto aos padrões de identidade e qualidade do produto (GOMES-RUFFI, 2011; PENTEADO, 2012).

Diante do exposto, o estudo teve por objetivo definir parâmetros capazes de prever características de textura instrumental (fraturabilidade e dureza), volume específico, tamanho (considerando as dimensões de comprimento, largura e altura), atividade de água, umidade, pH, acidez titulável total e cor instrumental, para o estabelecimento de um padrão de identidade e qualidade para os biscoitos tipo cracker.

Material e métodos

Matérias-primas

Quinze diferentes marcas de biscoitos tipo cracker foram adquiridas em comércios de diferentes cidades do Brasil. As amostras foram codificadas de A até O, sendo que de A à M correspondem aos biscoitos tradicionais (com glúten) e os N e O correspondem aos biscoitos sem glúten. Os ingredientes de cada marca estão descritos no Quadro 1. Os biscoitos foram analisados nos Laboratórios de Engenharia de Alimentos da UFVJM.

Métodos

Para todas as amostras foram determinados o potencial hidrogeniônico utilizando pHmetro digital (modelo AC-100, marca MS Tecnoyon) e a acidez total titulável segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), em triplicata. O comprimento, a largura e a espessura foram determinados a partir de medida com o paquímetro óptico em dez repetições; o volume específico dos biscoitos foi determinado conforme método 10-05.01 e a umidade pelo método 44.15.02 da AACCI – American Association of Cereal Chemist International (2010), em triplicata.

Quadro 1 – Lista de ingredientes conforme consta nos rótulos das amostras

Amostra	Ingredientes
A	Farinha de trigo fortificada com ferro e ácido fólico (FT), gordura vegetal (GV), extrato de malte (EM), sal (S), fermentos químicos: bicarbonato de amônio (FQA) e bicarbonato de sódio (FQS), aromatizantes (AR) e emulsificante lecitina de soja (ELS).
B	FT, GV, permeado de soro de leite, FQS, FQA.
C	FT, GV (soja, palma e milho), EM, açúcar invertido (AI), S, fermento biológico (FB), FQS, acidulante ácido láctico (AAL), melhorador de farinha protease.
D	FT, GV, amido de milho (AM), S, AI, FQA, FQS, FB, soro de leite, EM, ELS e AR.
E	FT, GV, amido (AO), S, açúcar (A), EM, soro de leite em pó (SLP), AI, FQS, ELS e AR.
F	FT, GV, malte, leite em pó, S, A, FB, FQS e fermento químico fosfato monocálcico.
G	FT, GV, AO, SLP, S, A, EM, AI, FQS, ELS e AR.
H	FT, GV, AO, AI, S, A, EM, ELS, FQS e AR.
I	FT, GV, EM, AO, A, SLP, S, FQS, ELS e AR.
J	FT, GV, AI, sal refinado, AM e/ou fécula de mandioca, FQS e FQA.
K	FT, GV, EM, S, FQA, FQS, AR e ELS.
L	FT, GV (soja, palma), AI, S, FQA e FQS, AAL e melhorador de farinha metabissulfito de sódio (MMS).
M	FT e vitaminas B3, B2, B1, GV, A, AI, S, FQS e FQA, fosfato monocálcico, MMS.
N	AM, farinha de milho, margarina vegetal (gorduras e óleos vegetais em proporções variáveis (palma, palmiste, canola), água, S, emulsificante: mono e diglicerídeos de ácidos graxos, aromatizantes naturais, maltodextrina, xarope de arroz, amido de mandioca modificado, farinha de soja, FB, espessantes: goma de guar, hidroxipropilmetilcelulose, fermento químico tartarato monopotássico, FQA e FQS, emulsificante: ésteres mono e diacetiltartáricos de mono e diglicerídeos de ácidos graxos, acidificante: ácido cítrico, aromantizantes naturais.
O	Amido modificado, farinha de arroz, amido de arroz, GV, extrato de soja, S, carbonato de cálcio, emulsificantes (hidroxipropilmetilcelulose, carrboxilmetilcelulose, éster de ácido tartárico di bi-destilada e lecitina de soja), realçador de sabor (aromatizante, amido modificado, cloreto de potássio, ácido cítrico), FQA, FQS, fermento químico pirofosfato de sódio, MMS, AR e corante natural urucum.

Fonte: Dos autores, 2019.

A determinação da atividade de água foi realizada por medida direta, por meio de higrômetro Aqualab (Ishida e Steel, 2014) em triplicata; a textura instrumental (dureza e fraturabilidade) em Texturômetro TAX.XT PLUS., utilizando probe 3-point (HDP/3PB) e plataforma HDP/90, conforme método n° 74-09.01 da AACCI (2010). Os parâmetros utilizados foram: velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 1,00, 3,00 e 10,0 mm/s, limiar de detecção de 0,049N, no modo força de compressão, com distância até a ruptura da amostra e os resultados expressos em Newtons (N). As leituras foram realizadas em oito repetições.

Os parâmetros de cor instrumental foram determinados com equipamento colorímetro espectrofotométrico (Modelo CM5-Konica Minolta) conforme metodologia proposta por Ortolan *et al.* (2015), em triplicata. Os resultados das análises foram submetidos à análise estatística de variância (ANOVA), seguida por comparação de médias por Scott-Knott e correlacionados entre si por Correlação de Pearson ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

Os resultados das análises estão apresentados na Tabela 1 e na Tabela 2. Bertonilo e Braga (2017) especificam que os biscoitos normalmente apresentam atividade de água (a_w) entre 0,1 e 0,3. Com isso, dentre as amostras analisadas neste estudo, 60% estão dentro desta faixa e as demais possuem valores próximos. O aumento da a_w ocorre em função do maior teor de água livre, o qual está diretamente relacionado à umidade dos biscoitos.

Os biscoitos com a_w entre 0,1 e 0,3 apresentaram umidade entre 2,19 e 5,69 %. Embora a amostra B tenha umidade de 5,24 %, a mesma apresentou a_w acima de 0,3. A amostra H com uma umidade maior (5,69 %), mas com a_w abaixo de 0,3 apresenta açúcar invertido na formulação, o que provavelmente resultou na diminuição da a_w em função da maior formação de ligações de hidrogênio com a água, diminuindo a biodisponibilidade do solvente. De forma geral, observou-se que os biscoitos com umidade acima de 5,24 % apresentam valores de a_w acima de 0,35, com exceção da amostra H. O teor de umidade está diretamente relacionado com a crocância dos biscoitos, característica sensorial esperada pelos consumidores.

Os valores de pH variaram próximos a neutralidade, estando na sua maioria entre 6 e 7. Observa-se que o teor de acidez total titulável está relacionado com a variação dos valores de pH, em que o menor valor de acidez (0,65 % em ácido láctico) possui o maior valor de pH (7,64) e o maior valor de acidez (6,51 % em ácido láctico) possui o menor valor de pH (5,60). O menor valor de pH pode estar relacionado à presença de permeado do soro do leite presente na formulação.

Os biscoitos que possuem glúten na formulação apresentaram volume específico entre 2 e 3 mL/g, com exceção das amostras L e M. Os biscoitos sem glúten apresentaram menores valores de volume específico (entre 1 e 2 mL/g) por não proporcionarem o aprisionamento adequado dos gases durante a etapa de fermentação. Esta melhor expansão, no caso dos biscoitos com glúten, pode estar relacionada à formação das multicamadas durante as etapas de dobra e laminação que ocorre com a formação de redes viscoelásticas intercaladas, favorecendo a retenção do CO₂ e o aumento do volume específico.

Para a maioria das amostras a dureza apresentou valores entre 9 e 14 N, sendo que as amostras E e N possuem valores de dureza inferiores à maioria. Esse fato pode ser explicado pelo maior teor de amido apresentado por essas amostras, uma vez que o amido é caracterizado por proporcionar menor dureza e maior crocância aos biscoitos. A maioria dos valores de fraturabilidade variou na faixa de 2,5 a 4 mm. As amostras com maiores teores de umidade e atividade de água apresentaram como característica maior dureza e menor crocância (relacionada à fraturabilidade).

Foi possível observar também que os biscoitos com maiores valores de dureza apresentaram as menores fraturabilidades, com exceção da amostra O. O comportamento contrário também foi verificado, em que os biscoitos menos duros apresentaram as maiores fraturabilidades, porém com exceções, como a amostra F.

Quanto ao tamanho dos biscoitos, tanto o comprimento quanto a largura variaram entre 5 e 6 cm, e a espessura entre 0,4 e 0,5 cm. Observou-se uma relação direta entre a largura dos biscoitos com a dureza, sendo essa correlação diretamente proporcional. A espessura dos biscoitos não apresentou relação direta com a dureza do produto, mas observou-se que os biscoitos mais espessos apresentaram os maiores valores de fraturabilidade. Na indústria, um tempo adequado da massa na lona de relaxamento, entre a laminação e o corte e a marcação resultam em maior uniformidade dos biscoitos. Logo, a menor variação entre as dimensões dos biscoitos permite avaliar que se trata de um parâmetro melhor controlado durante o processamento.

Quanto aos parâmetros de cor instrumental, as amostras sem glúten apresentaram maiores valores de luminosidade ($L^* \sim 80$), enquanto a maioria dos biscoitos com glúten possuem valores na faixa de 72 e 77. Para o parâmetro a^* , que indica a tendência à coloração vermelha quando positivo, a maioria das amostras tiveram valores entre 4 e 7, e as amostras que possuem maiores valores são aquelas que apresentam açúcar invertido (responsável por um melhor desenvolvimento de cor em produtos de panificação).

Tabela 1 – Médias dos resultados de atividade de água, umidade, pH, acidez titulável total, volume específico, textura instrumental e dimensões para diferentes marcas de biscoitos tipo cracker

Amostra	a_w	Umidade (%)	pH	Acidez total titulável (% ác. láctico)	Volume específico (mL/g)
A	0,2247±0,0178 ^c	4,63±0,09 ^d	7,27±<0,01 ^b	2,37±0,05 ^f	2,78±0,07 ^a
B	0,2341±0,0050 ^e	3,88±0,10 ^e	5,89±<0,01 ^j	5,19±0,04 ^b	2,15±0,01 ^b
C	0,3557±0,0244 ^c	5,24±0,05 ^c	7,05±0,01 ^d	2,09±0,13 ^g	2,77±0,08 ^a
D	0,1558±0,0096 ^f	3,15±0,18 ^f	6,42±0,01 ^h	2,64±0,08 ^e	2,61±0,11 ^a
E	0,1551±0,0058 ^f	2,19±0,03 ^g	6,55±0,01 ^f	2,46±0,05 ^f	2,84±0,05 ^a
F	0,3936±0,0051 ^b	5,60±1,09 ^b	5,60±0,03 ^k	6,51±0,25 ^a	2,01±0,03 ^b
G	0,3799±0,0099 ^b	4,93±0,10 ^c	6,72±0,03 ^e	1,63±0,19 ^h	2,53±0,15 ^a
H	0,2771±0,0123 ^d	5,69±0,35 ^c	6,48±0,04 ^g	2,97±0,20 ^d	2,21±0,08 ^b
I	0,4520±0,0025 ^a	6,63±0,16 ^b	7,11±0,02 ^c	1,26±0,28 ⁱ	2,17±0,13 ^b
J	0,3561±0,0175 ^c	7,22±0,11 ^a	7,64±<0,01 ^a	0,65±0,16 ^j	2,51±0,28 ^a
K	0,3131±0,0041 ^d	5,29±0,19 ^c	7,01±0,04 ^d	2,05±0,15 ^g	2,11±0,14 ^b
L	0,1543±0,0031 ^f	4,03±0,47 ^e	6,58±<0,01 ^f	2,28±0,06 ^f	1,71±0,23 ^c
M	0,2911±0,0301 ^d	2,87±0,10 ^f	6,58±<0,01 ^f	3,89±0,16 ^c	1,95±0,16 ^b
N	0,2914±0,0131 ^d	3,69±0,06 ^e	6,34±0,02 ⁱ	1,69±0,12 ^h	1,85±0,08 ^b
O	0,2155±0,0196 ^e	4,53±0,17 ^d	6,49±<0,01 ^g	1,18±0,17 ⁱ	1,39±0,25 ^d

Amostra	Dureza (N)	Fraturabilidade (mm)	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Espessura (cm)
A	12,72±0,91 ^b	3,23±0,39 ^d	6,15±0,08 ^d	5,86±0,05 ^c	0,46±0,02 ^b
B	14,60±1,86 ^a	2,82±0,11 ^e	5,95±0,04 ^e	5,84±0,04 ^c	0,39±0,03 ^d
C	11,95±1,43 ^c	3,04±0,18 ^d	5,71±0,03 ⁱ	5,55±0,02 ^f	0,45±0,03 ^b
D	11,50±1,29 ^c	3,51±0,15 ^c	5,95±0,02 ^e	5,77±0,02 ^d	0,48±0,02 ^a
E	6,98±1,16 ^e	3,75±0,46 ^b	5,83±0,05 ^g	5,75±0,01 ^d	0,42±0,01 ^c
F	12,70±3,23 ^b	4,02±0,50 ^a	7,27±0,01 ^c	7,02±0,06 ^a	0,44±0,01 ^b
G	9,27±1,28 ^d	2,84±0,14 ^e	5,76±0,01 ^h	5,74±0,01 ^d	0,40±0,03 ^d
H	9,61±0,72 ^d	2,96±0,15 ^d	5,87±0,03 ^f	5,64±0,03 ^e	0,43±0,01 ^c
I	11,57±0,82 ^c	2,76±0,16 ^e	5,97±0,01 ^e	5,83±0,01 ^c	0,41±0,01 ^c
J	11,09±0,92 ^c	3,75±0,12 ^b	5,82±0,01 ^g	5,82±0,01 ^c	0,50±0,01 ^a
K	12,56±1,91 ^b	2,30±0,21 ^f	5,92±0,02 ^e	5,77±0,06 ^d	0,44±0,02 ^c
L	9,82±1,22 ^d	3,27±0,03 ^d	5,87±0,04 ^f	5,73±0,05 ^d	0,45±0,01 ^b
M	11,43±0,79 ^c	2,74±0,16 ^e	10,28±0,06 ^a	6,12±0,04 ^b	0,42±0,01 ^c
N	5,90±0,58 ^e	3,38±0,24 ^c	9,31±0,02 ^b	4,81±0,02 ^h	0,48±0,01 ^a
O	10,72±1,78 ^c	4,26±0,50 ^a	5,29±0,07 ^j	5,25±0,07 ^g	0,50±0,02 ^a

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Os dados estão representados como média ± desvio padrão dos valores. Letras iguais na mesma coluna indica que não há diferença estatística significativa (p<0,05) entre as médias.

Os valores para o parâmetro b^* (tendência à tonalidade amarela) estão na faixa de 23 a 30. Os biscoitos com glúten são produzidos com farinha de trigo, enquanto os sem glúten são produzidos com farinha de milho (G) ou farinha de arroz (H), porém apresentam valores de b^* na mesma faixa, o que se justifica pela farinha de milho conter o pigmento natural zeaxantina e a amostra com farinha de arroz ter a adição do corante urucum na formulação. Embora estatisticamente diferentes ($p < 0,05$), foi verificado que as amostras possuem tendência similar para a saturação (C^*) e para o ângulo de tonalidade (h^*).

Tabela 2 – Médias dos resultados de cor instrumental para diferentes marcas de biscoitos tipo cracker

Amostra	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*
A	73,10±0,48 ^e	5,19±0,20 ^c	25,72±0,26 ^d	26,24±0,29 ^d	78,59±0,33 ^d
B	75,72±0,35 ^d	5,19±0,15 ^c	26,31±0,20 ^d	26,82±0,22 ^d	78,84±0,25 ^d
C	72,57±1,03 ^e	7,70±0,39 ^b	29,30±0,26 ^c	30,30±0,21 ^c	75,27±0,81 ^e
D	73,58±0,84 ^e	6,80±0,67 ^b	28,89±0,74 ^c	29,68±0,87 ^c	76,78±0,92 ^e
E	73,42±0,98 ^e	6,84±0,46 ^b	28,46±0,12 ^c	29,27±0,11 ^c	76,49±0,92 ^e
F	76,86±1,01 ^c	4,23±0,20 ^d	26,09±0,73 ^d	26,43±0,71 ^d	80,79±0,61 ^c
G	76,60±0,47 ^c	4,53±0,14 ^d	25,16±0,11 ^d	25,56±0,13 ^d	79,80±0,26 ^c
H	73,10±0,50 ^e	6,98±0,25 ^b	27,60±0,11 ^c	28,47±0,06 ^c	75,81±0,55 ^e
I	76,49±0,56 ^c	3,49±0,53 ^e	26,47±0,45 ^d	26,70±0,51 ^d	82,50±1,01 ^b
J	79,05±0,29 ^b	2,09±0,32 ^f	23,75±0,72 ^e	23,84±0,74 ^e	84,98±0,62 ^a
K	75,34±0,47 ^d	3,78±0,24 ^e	23,07±0,33 ^e	23,38±0,34 ^e	80,70±0,56 ^c
L	71,88±1,86 ^e	5,18±1,39 ^c	31,76±2,37 ^b	32,19±2,54 ^b	80,81±1,86 ^c
M	72,88±0,77 ^e	9,17±0,42 ^a	37,95±0,47 ^a	39,04±0,55 ^a	76,41±0,45 ^e
N	79,44±0,38 ^b	4,56±0,20 ^d	25,16±0,13 ^d	25,58±0,11 ^d	79,72±0,48 ^c
O	81,71±0,25 ^a	6,85±0,27 ^b	28,24±0,53 ^c	29,05±0,57 ^c	76,38±0,34 ^e

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Os dados estão representados como média ± desvio padrão dos valores. Letras iguais na mesma coluna indica que não há diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as médias.

A correlação de Pearson indicou que há correlações significativas entre: a^* e b^* (0,79), a^* e C^* (0,82), a^* e h^* (-0,93), b^* e C^* (1,00), C^* e h^* (-0,56), pH e acidez titulável total (-0,78), atividade de água e umidade (0,73), dureza e largura (0,54) e espessura e fraturabilidade (0,62).

Conclusão

Por meio deste estudo caracterizou-se os biscoitos do tipo craker quanto aos diferentes parâmetros tecnológicos. De maneira geral, podemos estimar que os biscoitos tipo cracker de melhor qualidade deverão apresentar valores de atividade de água entre 0,15 e 0,30 e de umidade de até 5,00 %; os valores indicados para o pH foram de 6,00 a 7,00, de acidez total titulável inferior a 4,00 % em ácido láctico, do volume específico entre 2,00 e 3,00 mL/g (admitindo-se valores entre 1,50 e 2,00 mL/g para biscoitos sem glúten), de dureza entre 9,00 e 12,00 N, de fraturabilidade entre 2,50 a 4,00 mm, cor instrumental ($72,00 < L^* < 80,00$; $2,00 < a^* < 10,00$; $23,00 < b^* < 36,00$; $23,00 < C^* < 40,00$; $75,00 < h^* < 85,00$), e para as medidas de comprimento e largura de 5,00 a 6,00 cm e espessura entre 0,40 e 0,50 cm.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPEMIG e à CAPES pelas bolsas de estudos e pelo apoio financeiro através do código de financiamento 001 e projeto Universal, protocolo 424938/2016-2. Estendemos nossos agradecimentos à UFVJM e ao ICT pelo suporte institucional.

Referências

- AACCI. **American Association of Cereal Chemists International**. Approved methods, 11th ed. St. Paul: USA, 2010.
- ABIMAPI. **Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados**. Disponível em: <<http://www.abimapi.com.br>>. Acesso em: 25 nov. 2018.
- BERTOLINO, M. T.; BRAGA, A. **Ciência e tecnologia para a fabricação de biscoitos**. São Paulo: Livraria Varela: Revista Higiene Alimentar, 2017.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005, dispõe sobre aprovar o “regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos”**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_263_2005_.pdf/2b494d48-0d39-4c8d-84d1-e20ec6e9190f>. Acesso em: 30 jan. 2019.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª ed. digital), 2008.
- ISHIDA, P. M. G.; STEEL, C. J. (2014). Physicochemical and sensory characteristics of pan bread samples available in the Brazilian market. **Food Science and Technology**, 34(4), 746-754.
- GOMES-RUFFI, C. R. **Desenvolvimento e avaliação tecnológica de biscoito tipo cracker com incremento no teor de proteínas e de fibras pela incorporação de derivados de soja**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). UNICAMP: Campinas, 2011.
- ORTOLAN, F. *et al.* Effect of extruded wheat flour and pre-gelatinized cassava starch on process and quality parameters of French-type bread elaborated from frozen dough. **Food Research International**, 76(3), 402-409, 2015.

PENTEADO, A. A. T. Aplicação de gorduras “low trans” à base de soja, formuladas utilizando rede neural artificial, em biscoitos laminados. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). UNICAMP: Campinas, 2012.

Capítulo 45

Utilização de borra de café como um ingrediente funcional em bolo de chocolate

Larissa de Oliveira Ferreira Rocha*¹, Érica de Fátima Rodrigues², Keyla Carvalho Pereira³, Carlos José Pimenta⁴, Vanessa Rios de Souza⁴

Resumo

A borra de café é o material insolúvel resultante da extração do café instantâneo; ela consiste principalmente de polissacarídeos estruturais da parede celular e, atualmente, não têm aplicação tecnológica na indústria, sendo considerado um resíduo agrícola. Este trabalho teve como objetivo caracterizar a borra de café, desenvolver e avaliar sensorialmente formulações de bolo de chocolate rico em fibras através da substituição da farinha de trigo pela borra de café e ainda promover sua difusão na merenda escolar. Os resultados demonstraram que a borra de café é rica em gordura, proteína e fibra dietética, 20%, 10,90% e 64,61%, respectivamente, dos quais 99%, é composto de fibras insolúveis. Verificou-se que é viável a substituição de até 20,45% de farinha de trigo pela borra de café na formulação de bolo de chocolate. A incorporação da borra de café em bolos para a merenda escolar é uma forma interessante para promover o aumento da qualidade nutricional da dieta de crianças em idade escolar além de fornecer um destino útil para este resíduo industrial.

Palavras-chave: Fibra. Merenda escolar. Sensorial.

Introdução

Fibra alimentar é um termo genérico que engloba uma ampla variedade de substâncias que não são digeridas pelo trato digestivo humano. A AACC (American Association of Cereal Chemists), uma organização que agrupa profissionais do setor de cereais, estabeleceu, em 1º de junho de 2000, uma definição consensual que a fibra alimentar é a parte remanescente da porção comestível de plantas ou de carboidratos análogos que são resistentes à digestão e à absorção no intestino delgado

¹ Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

² Discente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

³ Técnico-Laboratório, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

⁴ Docente, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras.

*Autor para correspondência: larissa.rocha@ict.ufvjm.edu.br

humano com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. A fibra alimentar inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias associadas das plantas. As fibras alimentares promovem, no ser humano, efeitos fisiológicos benéficos tais como os laxativos e atenuação do colesterol do sangue e da glicose sanguínea (AACC, 2000).

Atualmente, observa-se o interesse de pesquisadores e da indústria de alimentos no estudo e desenvolvimento de alimentos que, além dos aspectos nutricionais e sensoriais, possuam componentes ou substâncias que exerçam funções biológicas, com o intuito de diminuir o risco de doenças e promover a saúde dos consumidores. Os alimentos que apresentam tais componentes são denominados alimentos funcionais e as fibras são um dos ingredientes utilizados nesses alimentos (CHO; JENAB, 1999).

A borra de café, que é o material insolúvel resultante da etapa de extração do café solúvel, é constituído principalmente de polissacarídeos estruturais de parede celular e, atualmente, não apresenta aplicação tecnológica na indústria, sendo queimado nas caldeiras, para geração de vapor, ou repassado para a agricultura, que a utiliza como adubo orgânico. Entretanto, por suas características de composição química, este material poderia ser utilizado como uma fonte de fibra alimentar, na produção de alimentos funcionais (AZEVEDO, 2007). A borra de café é rica em açúcares, entre as quais manose e galactose são os mais abundantes. As proteínas constituem também uma fração significativa na borra (MUSSATTO *et al.*, 2011). A bibliografia científica disponível não cita a utilização específica da borra de café como fonte de fibra alimentar, entretanto, trabalhos como os de Borrelli *et al.* (2004) e Díaz-Rubio e Saura-Calixto (2007) indicam o possível potencial de uso deste material como fibra alimentar a ser utilizada no desenvolvimento de produtos com apelo funcional.

A importância da merenda escolar na qualidade nutricional das dietas de crianças escolares tem sido assunto de debate ao longo desses anos (RODRIGUES *et al.* 2007). O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) definiu que a merenda escolar, deve suprir, no mínimo, 15% das necessidades nutricionais diárias dos alunos beneficiados, estas exigências nutricionais devem ser atendidas em todos os parâmetros (energéticos, protéicos, lipídicos, vitamínicos, minerais e de fibra). Entretanto, segundo Rodrigues *et al.* (2007) pesquisas mostram que na maioria dos dias da semana, a merenda servida nas escolas não alcança estas recomendações. Aliado ao fato que a contribuição feita por essas refeições para o consumo nutricional total ainda é importante para muitas crianças escolares, particularmente aquelas em desvantagem sócio-econômica (NOBLE *et al.*, 2003) torna-se de extrema importância estudos que visem o aumento da qualidade nutricional destas refeições.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a borra de café, desenvolver e avaliar sensorialmente formulações de bolo de chocolate rico em fibras através da substituição da farinha de trigo pela borra de café e ainda promover a incorporação na merenda escolar.

Material e métodos

Caracterização da borra de café

A borra de café utilizada no estudo foi fornecida por uma indústria de café solúvel do sul de Minas Gerais. A borra foi seca em estufa (SP-100/480-A modelo, SP Labor) à temperatura de 65°C por 24 h. Após secagem, a borra de café foi triturada em moinho e armazenada em potes de vidro até sua utilização.

O conteúdo de umidade, proteína, gordura e resíduo mineral fixo (cinzas) foram determinados de acordo com as metodologias propostas pela AOAC (2000). O teor de umidade foi determinado gravimetricamente por secagem em estufa à temperatura de 65°C. O resíduo mineral fixo foi obtido através da incineração da amostra em mufla à temperatura de 550°C. O conteúdo de gordura foi determinado em aparelho Soxhlet. A proteína foi determinada através da determinação de nitrogênio total pelo procedimento Kjeldahl, o fator de 6,25 foi utilizado para a conversão do nitrogênio total em proteína. O conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença: [100 - (umidade + proteína + lipídio + cinzas + fibras)].

A fibra dietária foi determinada pelo método proposto pela AOAC (2000). As amostras foram tratadas com α -amilase termo-estável e então digerida com protease (P3910, Sigma), seguido da incubação com amiloglicosidase para remover o amido e compostos de proteína. A fibra dietária insolúvel foi obtida por centrifugação (3000g por 15 min. a 25°C). Após digestão enzimática do amido e proteína, a fibra solúvel foi precipitada com etanol 95% e acetona. A fibra dietária total foi obtida pela soma da fibra solúvel e insolúvel.

Desenvolvimento de bolo de chocolate com incorporação de borra de café

Formulação dos bolos

Para a produção dos bolos foram utilizados os seguintes ingredientes: borra de café, farinha de trigo, açúcar refinado, margarina, cacau em pó, fermento químico, leite e ovo.

Para a elaboração dos bolos, a farinha de trigo foi parcialmente substituída pela borra de café, obtendo-se cinco formulações (0%, 5%, 10%, 15% e 25% de substituição), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Formulações do bolo com borra de café

Ingredientes (%)	Formulações				
	Controle (0%)	5%	10%	15%	25%
Ovo	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4
Margarina	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
Leite	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2
Açúcar	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8
Cacau em pó	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
Fermento químico	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Farinha de trigo	29,8	28,3	26,8	25,3	22,3
Borra de café	0,0	1,5	3,0	4,5	7,4

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: % de substituição de farinha de trigo por borra de café.

Para elaboração dos bolos, a margarina foi batida com açúcar em um mixer (Planetary Mixer Deluxe, Arno) em velocidade média, por 5 minutos e depois o ovo foi adicionado e misturado por 3 minutos para obtenção de um creme espesso. Em seguida, acrescentou-se o leite e finalmente adicionou-se gradualmente a borra de café misturada com a farinha de trigo e o fermento em pó e misturou-se durante 3 min.

A massa do bolo (500 g) foi transferida para fôrmas retangulares de Teflon (21 cm de largura, 31 cm de comprimento, 5 cm de altura) e assada em forno elétrico (modelo Gourmand BMD35AT, Brastemp) à 180°C. Após assados, os bolos foram deixados à temperatura ambiente para resfriar. Em seguida, foram embalados em saquinhos de polietileno, codificados e selados para evitar a secagem. Essas amostras foram armazenadas a 25°C até a análise.

Análise sensorial

Para a avaliação sensorial, foram servidos aproximadamente 10g de bolo em copos descartáveis de 50 mL, codificados com números aleatórios de 3 dígitos, acompanhadas de um copo com água. A apresentação das amostras foi realizada de forma monádica e em blocos completos

balanceados (WAKELING; MACFIE, 1995). A análise foi realizada por uma equipe composta por 83 crianças, com idade entre 7 e 15 anos, de uma escola pública de Diamantina/MG, Brasil. O teste de aceitação foi conduzido para o atributo impressão global utilizando-se uma escala facial de 5 pontos, cujos extremos correspondem a gostei muito (5) e desgostei muito (1).

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da UFVJM, sob número CAAE: 20288413.0.0000.5108.

Análise estatística

Os resultados da avaliação sensorial foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e uma regressão linear foi utilizada para determinar a concentração máxima de borra de café para se obter uma boa aceitabilidade. Utilizou-se o programa SensoMaker, versão 1.8, UFLA, Lavras-Brasil (NUNES; PINHEIRO, 2013).

Resultados e discussão

Caracterização da borra de café

A borra de café apresentou uma porcentagem significativa de proteína (10,97% m/m) (Tabela 2). De acordo com Arya e Rao (2007) o café torrado contém, em média, 3,1% (m/m) de proteína. Durante o processamento do café instantâneo, muitos outros componentes dos grãos são extraídos, e, como consequência, os componentes não extraídos têm a sua proporção concentrada no material residual sólido. Por conseguinte, o teor de proteína é mais elevado na borra de café do que nos grãos.

Tabela 2 - Composição (média \pm desvio padrão) da borra de café.

Componentes	(g.100g ⁻¹ de base seca)
Proteína	10,97 \pm 0,54
Lipídios	20,90 \pm 0,35
Cinzas	0,6 \pm 0,04
Carboidratos	33,43 \pm 0,92
Fibra dietética total	64,78 \pm 0,63
Fibra solúvel	0,17 \pm 0,01
Fibra insolúvel	64,61 \pm 0,63

Fonte: Dos autores, 2019.

Na borra analisada, o teor de lipídios encontrado foi de 20,90%. O grão de café é rico em óleo, e durante o processamento para a produção do café solúvel apenas uma parte desse óleo passa para o café instantâneo (0,1%), o restante permanece na borra (20%) (Adans; Dougan, 1985).

Foi encontrado um valor de 0,6% para o resíduo mineral fixo, Segundo Arya e Rao (2007) após a extração com água quente para preparar o café instantâneo, a maioria dos elementos minerais são facilmente extraídos, mas uma pequena quantidade ainda permanece na borra de café, sendo o potássio o mineral predominante.

Pode-se notar que a borra de café apresenta um alto teor de carboidratos (33,43%) (Tabela 2). Segundo Mussato *et al.* (2011) a borra de café é rica em açúcares polimerizados em estruturas de celulose e hemicelulose, a hemicelulose é composta por três açúcares, manose (46,8%), galactose (30,4%) e arabinose (3,8%), já a celulose é composta pela glicose (19,0%).

A fibra dietética insolúvel apresenta a maior fração na borra de café (64,61%), o que corresponde a 99,74% da fibra total. As fibras dietéticas insolúveis são importantes para regular o funcionamento do intestino. Estudos têm mostrado o papel da fibra insolúvel (lignina, hemicelulose e celulose) na prevenção do câncer intestinal (McCAN; MOYSICH.; METTLIN, 2011). Já as fibras dietéticas solúveis, reduzem o colesterol no sangue e a absorção de glicose (PERIAGO *et al.*, 1993). Apesar da borra de café ser pobre em fibra solúvel, pode ser utilizada como ingrediente funcional para desenvolver alimentos ricos em fibras insolúveis, prevenindo a constipação intestinal.

Desenvolvimento de bolo de chocolate com borra de café

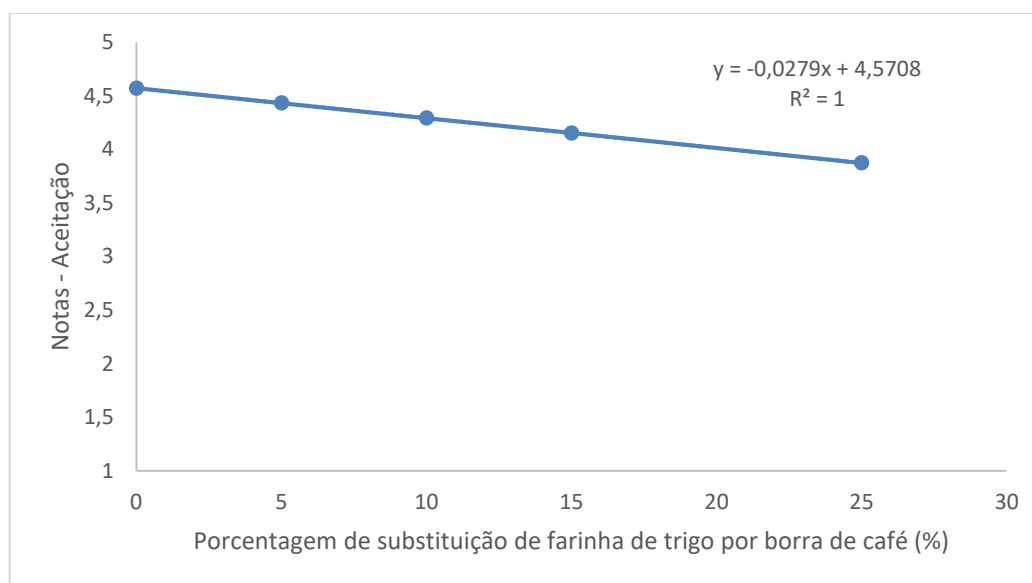
Avaliação sensorial

De acordo com a avaliação dos consumidores, foi observada uma diferença significativa a 5% de probabilidade entre as amostras de bolo com diferentes porcentagens de substituição de farinha por borra. Portanto, um modelo de regressão foi ajustado para correlacionar a aceitação com o conteúdo de borra de café no bolo de chocolate. O modelo linear apresentou o melhor ajuste dos dados (coeficiente de determinação de 0,97, Figura 1).

Ao definir a pontuação 4 (equivalente ao termo hedônico "gostei muito") na equação de regressão (y na equação de regressão), a quantidade máxima de farinha branca que pode ser substituída por borra de café para obter uma boa aceitabilidade na bolo de chocolate é 20,45% (x na equação de regressão).

Considerando que a farinha de trigo contém níveis insignificantes de fibra dietética e que a borra de café possui uma média de 65% de fibra, conforme determinado previamente, pode-se estimar que uma formulação de bolo de chocolate com 20,45% de substituição de farinha de trigo por borra de café apresentará um incremento de 13,3% em média no teor de fibra alimentar. Excluindo a contribuição de fibra de outros ingredientes, o bolo de chocolate com 20,45% de substituição de farinha de trigo por borra possuirá pelo menos 13,3g de fibra alimentar/100g, sendo considerado um produto rico em fibras, ou seja, um produto funcional com alta qualidade nutricional. Assim, a incorporação de borra de café solúvel em bolos para a merenda escolar é uma maneira interessante de promover o aumento da qualidade nutricional da dieta de crianças em idade escolar, particularmente em relação ao teor de fibra alimentar e fornecer um destino útil para um resíduo industrial.

Figure 1 - Representação gráfica entre as notas de aceitação e a porcentagem de substituição da farinha de trigo por borra de café em bolo de chocolate.



Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusão

Os dados indicam que a borra de café tem potencial para ser usado como um novo ingrediente funcional devido ao alto teor de fibras. Verificou-se que é viável a substituição de até 20,45% da farinha de trigo pela borra na formulação do bolo de chocolate visando manter uma alta aceitação sensorial. A adição de borra de café em bolos para a merenda escolar é uma maneira interessante de

promover o aumento da qualidade nutricional da dieta de crianças em idade escolar, particularmente em relação à fibra alimentar, proporcionando um novo destino para este resíduo industrial.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Consórcio Brasileiro de Pesquisa do Café - EMBRAPA e da Pró-reitoria de Extensão e Cultura da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Referências

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, v. 46, 112-126, 2011.
- ADANS, M. R.; DOUGAN J. Waste products. In: Clarke RJ and Macrae R. **Coffee: technology**. London: Elsevier Applied Science Pub., v. 2, p. 282-291, 1985.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. (2000). **Official methods of analysis of the association of analytical chemists**. . Arlington, TX: AOAC International.
- ARYA, M.; RAO, I. J. M. An impression of coffee carbohydrates. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 47, n. 1, p. 51-67, 2007.
- AZEVEDO, A. S. B. **Caracterização e Aplicação de Fibra de Borra de Café Modificada por Tratamento com Peróxido de Hidrogênio Alcalino**. 2007. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.
- BORRELLI, R. C. *et al.* Characterization of a new potencial functional ingredient: spend coffee grounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 9, p. 1338-1343, 2004.
- CHO, S.S.; JENAB, M. The application of complex carbohydrates to functional food development. In: CHO, S. S.; PROSKY, L.; DREHER M. **Complex Carbohydrates in Foods**. New York: Marcel Dekker, 1999, p.594-604.
- DÍAZ-RUBIO, M. E.; SAURA-CALIXTO, F. Dietary Fiber in Brewed Coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 5, p. 1999–2003, 2007.
- McCAN, S. E.; MOYSICH, K. B.; METTLIN, C. Intakes of selected nutrients and food groups and risk of ovarian cancer. **Nutrition Cancer**, v. 39, n. 1, p. 19-28, 2001.
- MUSSATTO, S. I. *et al.* A study on chemical constituents and sugars extraction from spent coffee grounds. **Carbohydrate Polymers**, v. 83, p. 368–374, 2011.
- NOBLE, C. *et al.* Food choice and secondary school meals: the nutritional implications of choices based on preference rather than perceived healthiness. **International Journal of Hospitality Management**, v. 22, n. 2, p. 197-215, 2003.
- NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. (2013). SensoMaker, version 1.8. UFLA, Lavras.
- PERIAGO, M. J. *et al.* The dietary fiber components and their physiological effects. **Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v. 33, p. 229-246, 1993.
- RODRIGUES, M. A. A. *et al.* Desenvolvimento de formulações de biscoitos tipo cookie contendo café. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 162-169, 2007.
- WAKELING, I. N.; MACFIE, H. J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food quality and preference**, v. 6, n. 4, p. 299-308, 1995.

Capítulo 46

Caracterização física e do perfil de textura na maturação do queijo artesanal da região Serra Geral - MG

Roberta Ribeiro da Cruz Cangussu ^{*1}; Thinara de Freitas Oliveira ²; Kely Tatianne Costa Santana²; Ana Clarissa dos Santos Pires ³; Maximiliano Soares Pinto⁴

Resumo

A Serra Geral, localizada no norte de Minas Gerais, é uma das regiões caracterizadas como produtoras de queijo artesanal no estado. Este trabalho teve como objetivo analisar as características físicas e perfil de textura durante a maturação dos queijos artesanais da região Serra Geral. Foram coletadas oito amostras de queijo produzidos por quatro produtores, totalizando 32 amostras de queijos artesanais. Os queijos foram maturados à temperatura ambiente (25-30 °C) e sob refrigeração (6-11°C). Foram avaliadas as características físicas e perfil de textura dos queijos com sete, 15, 30 e 60 dias de maturação. No decorrer da maturação, ocorreu redução na massa, altura e diâmetro das amostras. Além disso, o tempo e a temperatura de maturação influenciaram nos parâmetros de textura dos queijos.

Palavras-chave: Leite cru. Norte de Minas Gerais. Queijo brasileiro. Textura.

Introdução

Uma grande diversidade de queijos é produzida mundialmente, sendo que o princípio básico de produção é semelhante a todos os tipos, entretanto variações nas matérias-primas, processamento e maturação dão características específicas a cada queijo (PERRY, 2004). Um dos queijos produzidos no estado de Minas Gerais é o queijo artesanal, elaborado a partir do leite integral fresco e cru. A Lei Estadual n° 23.157 regulamenta o processo produtivo, sanitário e comercial dos queijos artesanais em todo o estado (MINAS GERAIS, 2018).

¹Pós-Graduanda no Programa de Engenharia e Ciências de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

² Discente do Curso de Engenharia de Alimentos. Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Docente do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa. Universidade Federal de Viçosa

⁴ Docente do Curso de Engenharia de Alimentos. Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

O estudo da maturação do queijo artesanal em regiões certificadas é realizado visando avaliar o efeito deste processo sobre as características sensoriais, físico-químicas e microbiológicas do produto. Durante a maturação, as reações químicas e bioquímicas resultam em características específicas de sabor, aroma e textura (SOUSA; ARDO; McSWEENEY, 2001).

No processo de maturação dos queijos, as transformações que ocorrem em decorrência da proteólise alteram principalmente o sabor e a textura do produto. A proteólise influencia a textura do queijo, devido à quebra da rede de proteínas, diminuição da atividade de água e aumento do pH, o que facilita a liberação de compostos durante a mastigação. Desta forma, a proteólise também contribui diretamente para o sabor do queijo por meio da liberação de peptídeos e aminoácidos livres, bem como de aminoácidos para proteólises secundárias (FOX; McSWEENEY, 1998; SOUSA; ARDO; McSWEENEY, 2001).

A análise do perfil de textura é utilizada largamente na pesquisa e indústria de alimentos e possui padrões rígidos de metodologia a serem seguidos. O perfil de textura é obtido a partir de curvas que registram as características textuais da amostra analisada, podendo comparar os resultados obtidos quantitativamente com a sensação da boca, dedos ou orelha humana (CHEN; OPARA, 2013).

A caracterização e o estudo da maturação dos queijos artesanais da região de Serra Geral, tal como foram feitos com os queijos das microrregiões regularizadas no Estado, são medidas importantes para que se possa buscar a caracterização dos queijos desta região. Sendo assim, objetivou-se avaliar o comportamento físico e perfil de textura, em quatro tempos de maturação, dos queijos artesanais produzidos na Serra Geral-MG.

Material e métodos

Foram coletadas 32 amostras de queijo artesanal de quatro produtores do município de Porteirinha-MG, localizado na região de Serra Geral-MG. As amostras identificadas e embaladas foram encaminhadas para o Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, acondicionadas em caixa de isopor.

Os oito queijos de cada produtor foram maturados, sendo quatro à temperatura ambiente (entre 25 e 30 °C) e quatro sob temperatura de refrigeração (entre 6 e 11 °C). As análises foram realizadas com queijos maturados a sete, 15, 30 e 60 dias de maturação.

As análises físicas consistiram em mensurar a massa (g) com o auxílio de balança eletrônica digital, e a altura (cm) e diâmetro (cm) das amostras de queijos com auxílio de régua graduada.

Nas análises de perfil de textura utilizou-se o texturômetro CT3 Texture Analyzer (Brookfield Engineering Laboratories, USA). Inicialmente, as amostras de queijos foram cortadas em cubo com

largura, comprimento e profundidade de 20 mm. O perfil de textura dos queijos foi obtido através de teste de dupla compressão dos cilindros nas amostras. Durante os ensaios, as amostras foram comprimidas a 30 % da parte superior da amostra, com condições de trabalho de pré-teste, teste e pós-teste nas velocidades de 1,0 mm/s. Os dados foram calculados pelo software “TexturePro CT V1.3”, que registrou os atributos dureza, mastigabilidade, gomosidade, elasticidade, coesividade e adesividade. Para cada tratamento foram realizados ensaios em duplicata.

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e cada produtor representado como um bloco. Foi considerado o esquema fatorial 2 X 4, sendo o primeiro fator, os dois níveis de condição de maturação (temperatura de refrigeração e temperatura ambiente) e o segundo fator, os quatro tempos de maturação (sete, 15, 30 e 60 dias). Para cada característica analisada foi ajustado modelo de regressão linear em função do período de maturação, sendo os coeficientes de regressão testados pelo teste t.

Os modelos ajustados que apresentaram melhores resultados foram submetidos ao teste de Identidade de Modelos (REGAZZI; SILVA, 2010), visando avaliar a possibilidade de uma única equação representar o comportamento das variáveis estudadas à temperatura ambiente e sob refrigeração, utilizando o teste F, conforme a Equação 1:

$$F(H_0) = \frac{[SQR(\omega_{DBC}) - SQR(\Omega_{DBC})]/[t(H - 1)]}{SQR(\Omega_{DBC})/[N - H_p - H(r - 1)]} \quad (1)$$

onde, SQR representa a soma de quadrados do resíduo da regressão para dado modelo, Ω é espaço paramétrico para o modelo completo, ω é espaço paramétrico para o modelo reduzido sob H_0 , t é o número de parâmetros a serem testados, e N é o número total de observações.

Utilizou-se o *software* Genes para as análises estatísticas e os gráficos foram elaborados utilizando-se *software* Microsoft Excel 2010.

Resultados e discussão

As características de textura e físicas durante a maturação à temperatura ambiente e sob refrigeração dos queijos artesanais da região de Serra Geral-MG diferiu estatisticamente, conforme o teste de Identidade de Modelo (Tabela 1).

Tabela 1 - Significância dos coeficientes de regressão ajustados e do teste de Identidade de Modelo para as curvas de regressão das características de textura e físicas

Parâmetro	Condição de Maturação	Coeficientes de regressão			R ² (%)	IM (pValor)
		A	b	c		
Adesividade	Ambiente	2,0848**	0,0793**	-	72,1042	<0,05
	Refrigerado	1,9959**	0,0724**	-	77,2975	
Coesividade	Ambiente	0,385**	-0,0053**	-	64,7813	<0,05
	Refrigerado	0,4489**	-0,0044*	-	98,2597	
Elasticidade	Ambiente	3,8241**	-0,0368**	-	84,4920	<0,001
	Refrigerado	4,0224**	-0,0306**	-	78,5135	
Gomosidade	Ambiente	36,3330 ^{ns}	2,0892*	-	95,3594	<0,001
	Refrigerado	58,8068*	2,2551**	-	83,2066	
Mastigabilidade	Ambiente	153,5459 ^{ns}	8,1531 ^{ns}	-	99,4279	<0,001
	Refrigerado	326,7579 ^{ns}	9,3584 ^{ns}	-	99,7075	
Dureza	Ambiente	153,0956 ^{ns}	10,6344*	-	97,6814	<0,001
	Refrigerado	90,8241 ^{ns}	10,9324*	-	97,1498	
Altura	Ambiente	5,5529**	-0,0083 ^{ns}	-	84,2704	<0,001
	Refrigerado	5,6460**	-0,0125**	-	92,0744	
Diâmetro	Ambiente	13,4361**	-0,0090*	-	66,2274	<0,001
	Refrigerado	13,6253**	-0,0158**	-	83,0099	
Massa	Ambiente	920,9563**	-9,7613*	0,1078*	98,8784	<0,001
	Refrigerado	975,0131**	-11,6945**	0,1250*	97,9162	

Fonte: Dos autores, 2019.

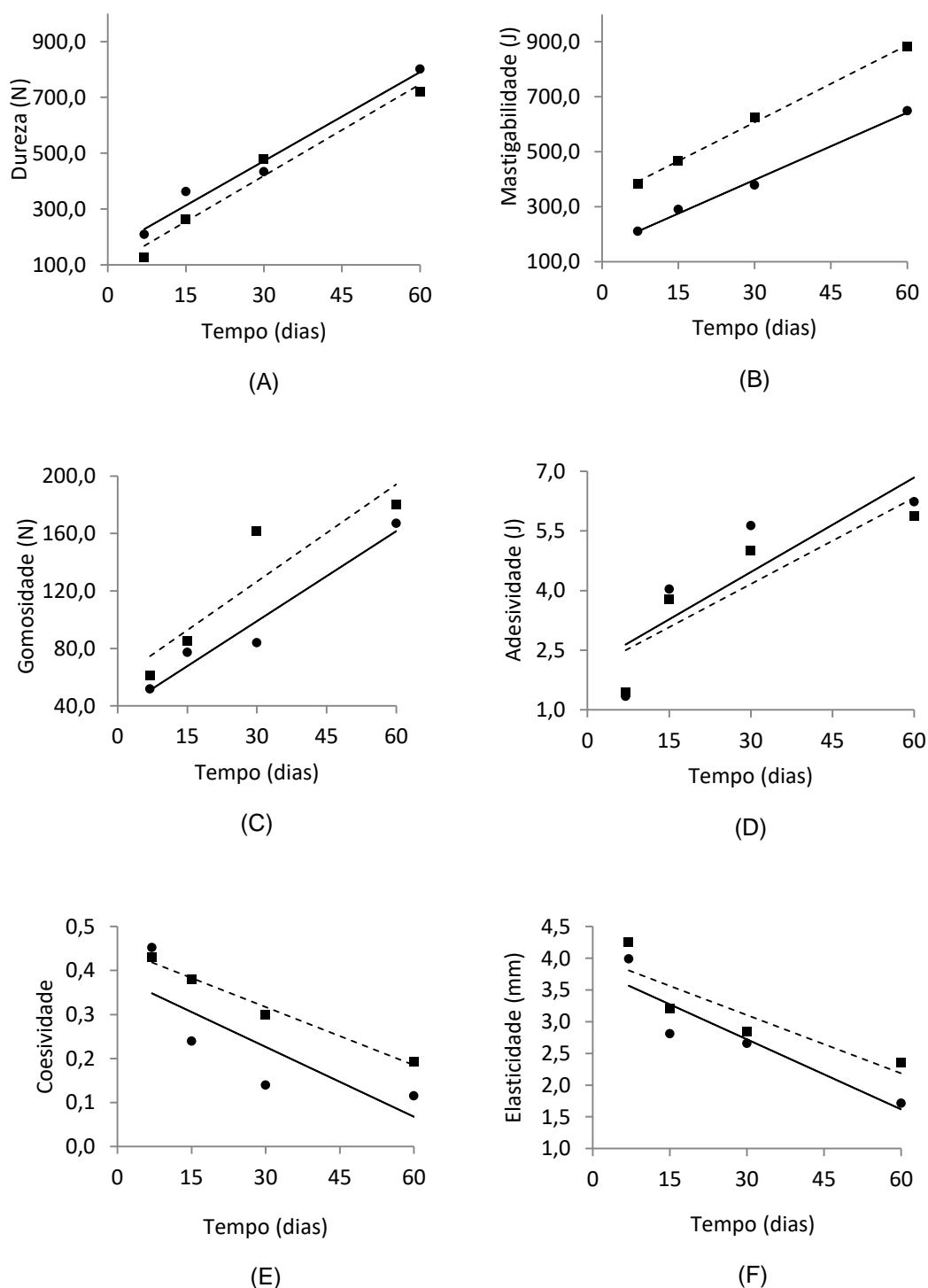
Nota: Coeficientes seguidos de ^{ns}, * e ** são respectivamente: não significativo ao nível de 5%, significativo ao nível de 5% e significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t.

Os parâmetros de textura apresentaram comportamento linear durante a maturação (Figura 1). Os parâmetros dureza, mastigabilidade, adesividade e gomosidade aumentaram no decorrer da maturação, apresentando comportamento semelhante ao queijo Minas artesanal do Serro e da Serra da Canastra. Com um maior tempo de maturação, observou-se que a força e energia necessárias para mastigar, deformar e desintegrar o queijo maturado são superiores quando comparadas às do queijo fresco devido à perda de umidade e às transformações bioquímicas presentes no processo de maturação (PINTO *et al.*, 2011; TEODORO, 2012).

Os parâmetros de textura, coesividade e elasticidade diminuíram conforme o aumento do tempo de maturação. Resultado semelhante ao obtido com o queijo Minas artesanal da Serra da

Canastra, pois, devido à perda de umidade no decorrer da maturação, os queijos tornam-se menos coesos e elásticos (FERRAZ, 2016; TEODORO, 2012).

Figura 1 - Comportamento das características de dureza (A), mastigabilidade (B), gomosidade (C), adesividade (D), coesividade (E) e elasticidade (F) dos queijos artesanais da Serra Geral-MG maturados à temperatura ambiente e sob refrigeração



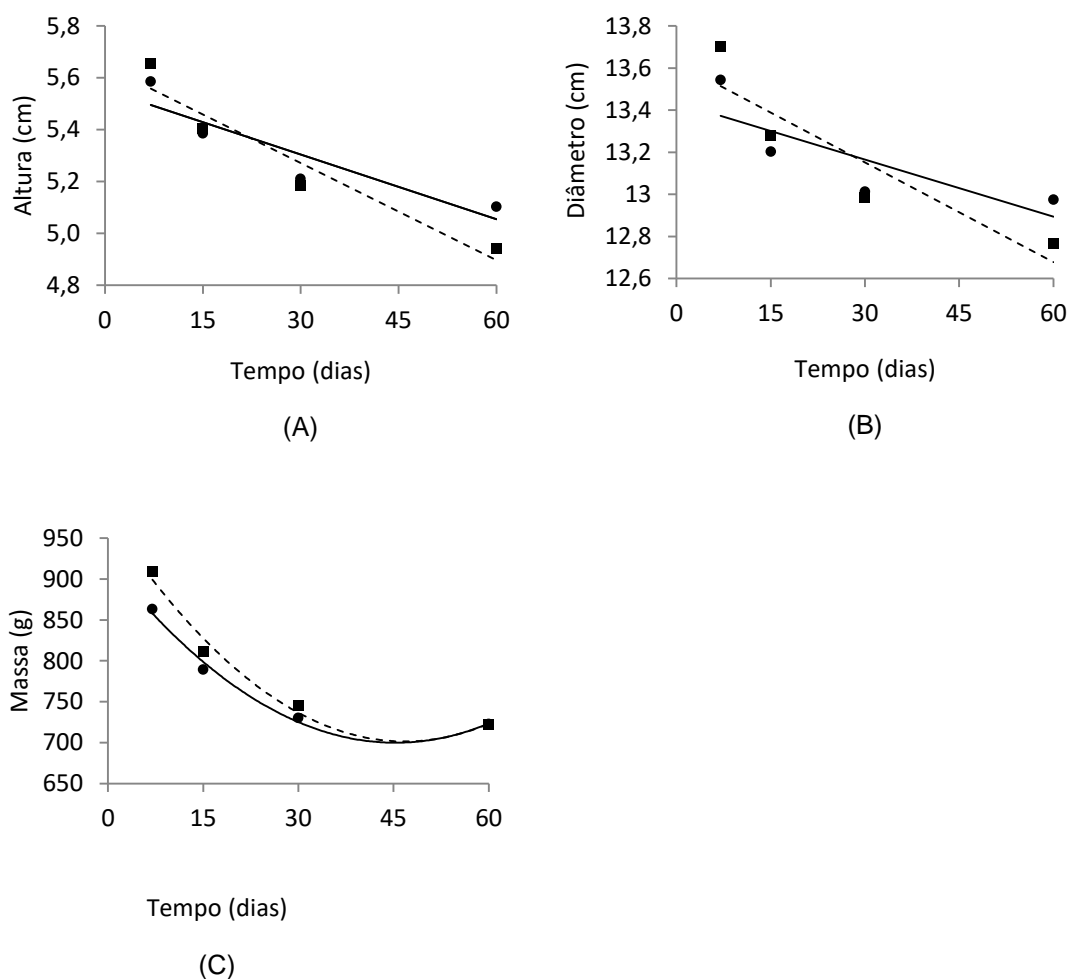
Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ● ambiente, ■ refrigerado, — ambiente, - - - - refrigerado.

Os perfis de textura dos queijos da região da Serra Geral-MG alteraram-se conforme o tempo de maturação. Isto ocorreu provavelmente devido às mudanças físicas, bioquímicas e microbiológicas que ocorrem nos queijos no decorrer da maturação, por meio da ação de enzimas e microrganismos (FOX; McSWEENEY, 1998; PERRY, 2004), juntamente com a redução do pH, da umidade e da atividade de água, e o aumento do teor de cloreto de sódio nos queijos (FERRAZ, 2016).

O comportamento da massa, diâmetro e altura dos queijos quando maturados à temperatura ambiente e sob refrigeração são apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Comportamento da altura (A), diâmetro (B) e massa (C) dos queijos artesanais da Serra Geral-MG maturados à temperatura ambiente e sob refrigeração



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ● ambiente, ■ refrigerado, — ambiente, - - - - - refrigerado.

Com sete dias de maturação os queijos maturados à temperatura ambiente apresentaram média de 863,17 g e sob refrigeração, 908,45 g. Esses resultados corroboram aos encontrados por Pinto *et al.* (2011), onde os queijos maturados sob refrigeração apresentaram maior massa.

Os queijos artesanais apresentaram um decréscimo na massa, diâmetro e altura no decorrer da maturação sob condições ambiente e de refrigeração, devido à perda de umidade dos queijos para o ambiente durante a maturação (COSTA JUNIOR *et al.*, 2009). Entretanto, vale ressaltar que quando os queijos maturados sob refrigeração são embalados a vácuo, a umidade do produto é mantida e, conseqüentemente, as características físicas permanecem constantes (MARTINS *et al.*, 2015).

Conclusão

Nas características físicas e perfil de textura houve diferença quando os queijos foram maturados à temperatura ambiente e sob refrigeração, conforme teste de Identidade de Modelo, sendo que a massa, altura e diâmetro reduziram durante a maturação, devido à perda de umidade.

Este estudo forneceu informações importantes sobre a caracterização do queijo artesanal da região da Serra Geral. A constante caracterização dos queijos desta microrregião, assim como das demais regiões contribuirá para a valorização do queijo Minas artesanal, bem como ao oferecimento de um produto padronizado e de qualidade para os consumidores.

Agradecimentos

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo financiamento do projeto.

Referências

- CHEN, L.; OPARA, U. L. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods – A review. **Journal of Food Engineering**, v. 119, p. 497-507, 2013.
- COSTA JUNIOR, L. C. G. *et al.* Variações na composição de queijo Minas artesanal da Serra da Canastra nas quatro estações do ano. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 371, p. 13-20, 2009.
- FERRAZ, W. M. **Queijo Minas artesanal da Serra da Canastra: influência do ambiente sobre a maturação**. 2016. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2016.

- FOX, P. F.; McSWEENEY, P. L. H. Chemistry and biochemistry of cheese and fermented milks. In: **Dairy chemistry and biochemistry**. London: Blackie Academic & Professional, 1998. cap. 10, p. 403-418.
- MARTINS, J. M. *et al.* Determining the minimum ripening time of artisanal Minas cheese, a traditional Brazilian cheese. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 46, n. 1, p. 219-230, 2015.
- MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. **Lei nº 23.157, de 18 de Dezembro de 2018**. Dispõe sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais de Minas Gerais. Diário do Executivo. Belo Horizonte, 2018.
- PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.
- PINTO, M. S. *et al.* The effects of nisin on *Staphylococcus aureus* count and the physicochemical properties of Traditional Minas Serro cheese. **International Dairy Journal**, v. 21, n. 2, p. 90-96, 2011.
- REGAZZI, A. J.; SILVA, C. H. O. Testes para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear em dados de experimento com delineamento em blocos casualizados. **Revista Ceres**, v. 57, n. 3, p. 315-320, 2010.
- SOUSA, M. J.; ARDO, Y.; McSWEENEY, P. L. H. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. **International Dairy Journal**, v.11, p. 327-345, 2001.
- TEODORO, V. A. M. **Efeito da nisina na multiplicação de *Staphylococcus aureus* e nas características físico-químicas, reológicas e microbiológicas do queijo Minas artesanal da Serra da Canastra – MG**. 2012. 122 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

Capítulo 47

Desenvolvimento de bebida láctea adicionada de preparado de morango e proteína do soro do leite

Irene Andressa*¹; Júnia Maria Couto Oliveira¹; Júlia Laureana Marques Lima¹; Thaís Inês Marques de Souza²; Larissa de Oliveira Rocha³; Tatiana Nunes Amaral³

Resumo

O soro de leite, coproduto da linha de produção de queijos, é muito nutritivo e pode ser aplicado na indústria de alimentos como em bebidas lácteas fermentadas e como suplemento na forma isolada das suas proteínas. Nas bebidas lácteas fermentadas podem ser adicionados preparados de frutas como o morango que tem importantes características nutricionais e sensoriais. Sendo assim, foram elaboradas 4 formulações de bebida láctea com adição de 0%, 5%, 10% e 15% de proteína do soro de leite e as mesmas foram avaliadas quanto ao pH, teor de sólidos solúveis, acidez e cor. Todas as amostras diferiram entre si com relação aos parâmetros de acidez, pH e teor de sólidos solúveis, o que demonstra a interferência do *whey protein* sobre esses parâmetros que são os mais relevantes na aceitação sensorial do produto. A análise de cor demonstrou que acima de 5% de adição de soro de leite em pó, a bebida láctea fica com a coloração vermelha menos intensa. Desse modo, a bebida láctea adicionada de preparado de morango e *whey protein* representa uma alternativa viável para atletas e praticantes de exercícios físicos que buscam produtos com maior teor proteico.

Palavras-chave: Diamantina, Preparado de Fruta, Nutrição, Saudabilidade, *Whey Protein*.

Introdução

A Instrução Normativa nº 36, de 31 de outubro de 2000 define Bebida Láctea Fermentada como o produto obtido pela mistura e de leite (*in natura*, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado e em pó) adicionado ou não de produtos ou substâncias

¹Discente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

²Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

³Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

alimentícias, gordura vegetal, leite fermentado e outros. A base láctea representa pelo menos 51% (m/m) do total de ingredientes.

A fermentação ocorre mediante a ação de microrganismos específicos e/ou adicionado de leite(s) fermentado(s) e que não poderá ser submetido a tratamento térmico após a fermentação. A contagem de bactérias no produto final deve ser no mínimo de 10^6 UFC/g, para o cultivo láctico específico empregado, durante todo o prazo de validade (BRASIL, 2000).

O soro de leite é resultante da coagulação (ácida ou enzimática) das caseínas na fabricação de queijo. Porém, nesse processo, apenas a gordura e as caseínas são retiradas do leite, o que faz com que o soro tenha um valor nutricional elevado, rico em proteínas, vitaminas e sais minerais (PENA, ALMEIDA e OLIVEIRA, 2009). No passado, o soro de leite era tratado como subproduto e descartado pelas indústrias (PENA, ALMEIDA e OLIVEIRA, 2009). No Brasil, uma das principais alternativas para o aproveitamento desse soro é a fabricação de bebida láctea (CAPITANI *et al.*, 2005). A bebida láctea fermentada é a mais comercializada no país e possui características sensoriais e nutricionais bem próximas ao iogurte, além de possuir menor custo de fabricação devido a adição de soro de leite (CAPITANI *et al.*, 2005).

De acordo com Marques (2012) “a forte demanda por produtos de qualidade justifica o desenvolvimento de novas bebidas lácteas”. Sendo assim, estimulando a utilização de novos ingredientes com o intuito de agregar funcionalizada ao produto. Portanto, a adição de proteína do soro do leite (*whey protein*) a bebida láctea fermentada representa um produto inovador voltado para atletas e praticantes de atividade física.

As proteínas do soro representam apenas cerca de 20% do teor proteico presente no leite. Essas por sua vez, possuem peptídeos bioativos que contém alto teor de aminoácidos essenciais, principalmente os de cadeia ramificada tais como a leucina, valina e a isoleucina. A maior parte é composta pela β -lactoglobulina e α -lactoalbumina (PENA, ALMEIDA e OLIVEIRA, 2009).

O aumento da concentração de aminoácidos de cadeia ramificada, induzido pelas proteínas do soro de leite, fazem com que a concentração de insulina plasmática aumente, favorecendo assim a captação de aminoácidos para o interior da célula muscular, otimizando a síntese e reduzindo o catabolismo, o que favorece o ganho de força muscular e reduz a perda de massa muscular durante a perda de peso. Além disso, essas proteínas tem uma rápida absorção intestinal, o que auxilia ainda mais esses processos (HARAGUCHI, ABREU e PAULA, 2006).

Pesquisas em academias brasileiras mostram que os suplementos produzidos a partir das proteínas do soro do leite bovino resultante da fabricação de queijo, conhecidos como *Whey Protein*, tem sido os mais consumidos nas academias. Haraguchi, Abreu e Paula (2006) afirmam que: “atletas,

praticantes de atividades físicas, pessoas fisicamente ativas e até mesmo portadores de doenças, vêm procurando benefícios nessa fonte proteica”.

Na indústria, é muito comum o uso de preparado de frutas em produtos lácteos, sendo o de morango um dos mais populares. O solo e o clima da região de Datas (MG), município próximo a Diamantina são propícios para o cultivo do morango cuja venda do fruto *in natura* em feiras, beiras de estrada, nas ruas e em supermercados da região representa uma das principais fontes de renda da população local. O uso do morango na forma de preparado auxilia na conservação do produto e do consumo entressafra (MIRANDA, 2012).

Neste cenário, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver e caracterizar bebida láctea fermentada de morango produzida com o morango proveniente da região de Datas (MG) e adicionada de proteína do soro do leite.

Material e métodos

Para a obtenção do produto, o morango foi adquirido da cidade de Datas-MG e os demais ingredientes e aditivos foram adquiridos no comércio local da cidade de Diamantina-MG. O desenvolvimento da bebida láctea fermentada com adição de *Whey Protein* foi realizado no Laboratório de Tecnologia do Leite e Derivados do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, campus Diamantina-MG.

O processamento do preparado de morango foi realizado conforme a metodologia de Andressa *et. al* (2018). Já as bebidas lácteas fermentadas foram elaboradas com base na metodologia descrita por Thamer e Penna (2006) com modificações.

O leite UHT desnatado (Itambé) foi aquecido até a temperatura de 42°C e adicionou-se 10 ml do cultivo lácteo de inoculação direta, Yougufit (Rica Nata) constituído por cepas de *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* para 2 L de leite. O cultivo lácteo foi dissolvido em 20 ml de leite UHT desnatado e ocorreu a adição de 10 mL do inóculo para cada litro de leite. Em seguida, foi realizada homogeneização e incubação a 40°C por um período de oito horas. A fermentação da bebida láctea ocorreu até o pH do meio atingir valores entre 4,6 a 4,7. Após a fermentação, a bebida láctea foi acondicionada em potes transparentes de polietileno com capacidade de 1 L e fechados após envase e mantida sob refrigeração à temperatura de 4±1°C, por 12 horas, sendo o coágulo quebrado por meio de agitação manual ao término desse período. Depois de fermentar o leite, foram adicionados o preparado de morango, a proteína do soro de leite (AvonlacTM 282), o edulcorante (“SóStévia”, Lowçúcar) e o aroma de morango (Rica Nata). Depois de prontas,

as bebidas lácteas foram armazenadas a temperatura de 4°C. A Tabela 1 representa as formulações de bebida láctea com adição de preparado de morango e proteína do soro de leite.

Tabela 1 - Formulações bebida láctea fermentada com preparado de morango e *Whey Protein*.

Aditivo/ ingrediente(%)	Controle	Ensaio A	Ensaio B	Ensaio C
Leite fermentado	81,23	76,86	71,23	66,23
Preparado de morango	16,70	16,7	16,7	16,7
<i>Whey Protein</i>	0	5	10	15
Edulcorante	0,07	0,07	0,07	0,07
Aroma de morango	2	2	2	2

Fonte: Dos autores, 2019.

Todas as amostras foram submetidas a análises de atividade de água com a utilização do Analisador de Atividade de Água por Ponto de Orvalho (Aqualab modelo 4TE), o pH foi realizado com pHmetro digital (TecnoPON) previamente calibrado. A acidez, em termos de ácido láctico, foi determinada titulando-se 5 g de cada amostra diluída em 50 ml de água destilada com solução ° Dornic (NaOH N/9) até o Ph 8,3 de acordo com a metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008). A análise da intensidade de cor foi realizada por meio de espectrofotometria na faixa de comprimento de ondas 360nm a 740nm no colorímetro CM-5 da Konica Minolta, no espaço de cor L*a*b*.

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de significância com o auxílio do software Sisvar versão 5.7.

Resultados e discussão

Na Tabela 2 são apresentados os valores das análises de pH, acidez, sólidos solúveis, referentes as amostras de bebida láctea fermentada com preparado de morango nas concentrações de 0%,5%, 10% e 15% de *whey protein*.

Os valores de acidez e pH tiveram diferenças significativas entre as amostras, o que demonstra que a adição da proteína do soro de leite teve influência sobre os mesmos. A adição do *whey protein* aumentou o pH de todas as amostras e conseqüentemente, diminuiu a acidez das mesmas.

Tabela 2 - Resultados físico-químicos obtidos para a bebida láctea fermentada com preparado de morango e *Whey Protein*.

Amostra	Ph	Acidez total (°Dornic)	Sólidos solúveis (°Brix)	Atividade de água (A_w)
R	4,01±0,01 ^a	66 ±0,05 ^a	9,83±0,50 ^a	0,99±0,04 ^a
A	4,41±0,01 ^b	67 ±0,02 ^a	15,63±0,21 ^b	0,98±0,02 ^b
B	4,70±0,02 ^c	59 ±0,03 ^c	21,37±0,09 ^c	0,98±0,01 ^b
C	4,94±0,03 ^d	53±0,02 ^d	26,57±0,17 ^d	0,98±0,03 ^b

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: R: 0% de adição de *whey protein* (Controle); A: 5% de adição de *whey protein*; B: 10% de adição de *whey protein*; C: 15% de adição de *whey protein*.

Nota: Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entretanto, os valores de acidez e pH são os parâmetros que exercem maior influência sobre a aceitação de bebida láctea fermentada, uma vez que promovem impacto direto no sabor e no aspecto visual do produto, respectivamente. Além disso, valores baixos de pH auxiliam na conservação do produto por inibir o crescimento microbiano (VINDEROLA *et al.*, 2000).

Todas as formulações apresentaram diferenças significativas com relação ao valor de sólidos solúveis. Tal fato já era esperado devido a adição de diferentes concentrações de soro de leite em pó que é diretamente proporcional ao valor de sólidos solúveis do produto final. A amostra de referência com 0% de adição de soro de leite em pó apresentou valores de sólidos solúveis abaixo dos encontrados por Landim (2015) devido a diferença dos ingredientes e aditivos utilizados.

O teor de sólidos solúveis está intimamente ligado aos valores de acidez e, neste trabalho, verificou-se que os mesmos são inversamente proporcionais. Entretanto nos estudos de González-Martinez *et al.* (2002) que substituíram o leite por soro de leite em pó em leites fermentados, e obtiveram um aumento significativo na acidez do produto. Contudo, Thamer e Penna (2006) afirmam que a relação entre acidez e sólidos solúveis depende da cultura adicionada e do sólido utilizado (lácteo ou não).

Através da análise da Tabela 3, pode-se afirmar que a adição de *whey protein* teve impacto significativo na coloração das amostras em concentração acima de 5%, uma vez que as amostras A e B com 0 e 5% da adição de proteína do soro de leite respectivamente, não diferiram com relação a cor. Tal fato ocorre devido a coloração clara do soro de leite em pó, que deixa a bebida láctea com a cor menos intensa. Entretanto, a cor é um parâmetro de importância para a aceitação sensorial do produto, o que requer outros estudos para ajuste do mesmo.

Tabela 3 - Resultados da análise colorimétrica da bebida láctea fermentada com preparado de morango e *Whey Protein*.

Amostra	L*	a*	*b
A	0,83±0,02 ^a	4,57±0,13 ^a	1,21±0,07 ^a
B	0,96±0,06 ^a	5,20±0,27 ^a	1,44±0,08 ^a
C	1,27±0,12 ^b	6,91±0,63 ^b	1,92±0,16 ^b
R	1,52±0,07 ^c	8,85±0,31 ^c	2,42±0,09 ^c

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: R: 0% de adição de *whey protein* (Controle); A: 5% de adição de *whey protein*; B: 10% de adição de *whey protein*; C: 15% de adição de *whey protein*.

Nota: Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusão

Os valores de acidez aumentaram a medida que a concentração de soro de leite em pó aumentou e o pH e o teor de sólidos solúveis também aumentaram proporcionalmente. Tal fato sugere que o aumento da adição de *whey protein* tem impacto direto sobre os parâmetros de pH, acidez e sólidos solúveis o que também implica diferenças sensoriais, uma vez que os parâmetros de acidez e pH são os mais relevantes do ponto de vista sensorial para bebida láctea fermentada. Assim, faz-se necessário a avaliação sensorial da mesma para confirmação dos resultados.

Os parâmetros de cor também diferiram com a adição de soro de leite em pó. Isso correu devido a coloração clara o *whey protein* que diminui a coloração vermelha característica das amostras em concentrações acima de 5%.

Desse modo, a bebida láctea fermentada com adição de preparado de morango e *whey protein* se mostrou como uma alternativa viável e nutritiva para atletas e praticantes de atividade física que procuram produtos com maiores valores proteicos.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro de bolsa de estudos da Pró-Reitoria de Assuntos Comunitários e Estudantis (PROACE) da UFVJM, ao Instituto de Ciência e Tecnologia da UFVJM e ao Laboratórios de Matérias-Primas e de Tecnologia de Leite e Derivados da Engenharia de Alimentos (ICT-UFVJM).

Referências

- ANDRESSA, I. Efeito da inclusão de gomas na textura de preparados de morango. *In: III Congresso Mineiro de Engenharia de Alimentos (CMEA)*, 2018, Lavras. **Anais[...]**, Lavras: Universidade Federal de Lavras-UFLA, 2018. p. 50-55.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n.16, de 23 de agosto de 2005. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 ago. 2005. Seção 1, p.7.
- CAPITANI, C. D. *et al.* Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de coacervação com polissacarídeo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n. 11, p.1123-1128, nov. 2005.
- GONZÁLEZ-MARTINEZ, C.; BECERRA, M.; CHÁFER, M.; ALBORS, A.; CAROT, J. M.; CHIRALT, A. Influence of substituting milk powder for whey powder on yogurt quality. **Trends in Food Science and Technology**, Wageningen, v. 13, n. 9, p. 334-340, 2002.
- HARAGUCHI, Fabiano Kenji; ABREU, Wilson César de; PAULA Heberth de. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista de Nutrição**. Campinas, v.4, n.19, p. 479-488, jul./ago. 2006.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos e físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo, 2008. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf?attach=true. Acesso em: 10 de jun. de 2019.
- LANDIM, L. B. Avaliação de diferentes espessantes nas propriedades físico-químicas, sensoriais e reológicas de bebida láctea. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.17, n.1, p.87-96, 2015.
- MARQUES, A. P. **Desenvolvimento de bebida láctea fermentada à base de soro lácteo e café solúvel com atividade probiótica**. 2012. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/341/1/DISSERTACAO_Desenvolvimento%20de%20bebida%20%C3%A1lctea%20fermentada%20%C3%A0%20base%20de%20soro%20%C3%A1lcteo%20e%20café%20solúvel%20com%20atividade.pdf. Acesso em 10 jun. 2019.
- MIRANDA, T.G *et al*; Avaliação do morango em calda submetido a diferentes concentrações de açúcar e condições de armazenamento. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara-SP, v. 23, n. 2, p. 307-315, abr./jun. 2012. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_6/A5379_T7527_Comp.pdf. Acesso em 10 jun. 2019.
- PENNA, A. L. B., ALMEIDA, K. E. de; OLIVEIRA, M. N. de. **Tecnologia de Produtos Lácteos Funcionais**. São Paulo: Atheneu, 2009.
- THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, jul/set. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612006000300017&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso: 16 jun. 2019.
- VINDEROLA, C.G. *et al.* A. Survival of probiotic in Argentina yogurts during refrigerate storage. **Food Research International**, v.33, n.2, p.97-102, 2000.

Capítulo 48

Avaliação nutricional e sensorial de bolos elaborados com farinhas de diferentes tipos de arroz

Maria Luiza Duarte Fonseca *¹; Breno Soares da Silva¹; Rafaela Pereira de Assis Barbosa¹;
Karolina Soares da Silva¹; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira², Claudia Regina Vieira³

Resumo

A ingestão de alimentos que contém glúten na composição pode acarretar problemas para pessoas celíacas. O arroz trata-se de um cereal muito importante apresentando-se em diversas variedades como o branco, vermelho e negro sendo utilizado na elaboração de produtos para celíacos por não conter glúten. O objetivo do estudo teve por finalidade elaborar bolos com as farinhas de arroz branco, negro e vermelho e avaliar suas características físico-químicas e sensoriais. De acordo com os resultados, não houve variação do teor de proteína dos bolos, mas ocorreu variação dos teores de umidade, cinzas e lipídeos entre determinados bolos. Dos 65 provadores, 57 % tem o hábito de consumir bolo, 25 % consomem produtos sem glúten e 38 % consomem produtos integrais. Quanto aos atributos avaliados na sensorial os scores foram bons e somente a textura variou entre os bolos com farinha de arroz branco e de arroz negro, além disso, destacou-se o índice de aceitabilidade dos bolos que foram superiores a 80%. Desse modo, os bolos elaborados são promissores para o mercado consumidor, principalmente por pessoas celíacas.

Palavras-chave: Composição centesimal. Doença celíaca. *Oryza sativa*. Teste de aceitação.

Introdução

De acordo com Ramos, Piemolini-Barreto e Sandri (2012), a ingestão de produtos que contém glúten, por pessoas com doença celíaca, pode provocar danos na superfície da mucosa do intestino, fazendo com que essas pessoas tenham dificuldades em absorver nutrientes.

¹ Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Técnica Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Professora Adjunto do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: malu12duarte@gmail.com

As pessoas diagnosticadas com intolerância ao glúten têm que evitar produtos que os contêm ao longo da vida. Assim, a maioria dos alimentos sem glúten é feita a partir de amidos puros ou puros, que são desprovidos do mesmo (DAS; BHATTACHARYA, 2019).

O arroz (*Oriza sativa* L.) é rico em amido e é um dos cereais mais cultivados e consumidos pelo homem, em todos os continentes. Além de fornecer expressiva quantidade de calorias, também tem baixo índice glicêmico, promovendo lenta absorção dos carboidratos e maior sensação de saciedade (BOÊNO; ASCHERI; BASSINELLO, 2011; HEISLER *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2013).

De acordo com Heisler *et al.* (2008), “a farinha obtida do arroz, por não conter glúten, pode ser empregada em produtos de panificação destinados às pessoas com necessidades alimentares especiais, como os celíacos”.

Existem muitas variedades de arroz colorido, sendo que esses são valorizados devido as suas propriedades benéficas a saúde, pois os mesmos possuem efeito antioxidante e são usados como alimento funcional (BOÊNO; ASCHERI; BASSINELLO, 2011).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo elaborar bolos a partir de farinha de arroz branco, negro e vermelho. Além disso, teve também por finalidade realizar a análise das características físico-química e sensoriais visando observar seu potencial de mercado principalmente para pessoas celíacas.

Material e métodos

As farinhas de arroz branco (FAB), negro (FAN) e vermelho (FAV) foram doadas pela empresa Ruzene, situada na cidade de Pindamonhangaba (SP). Os demais ingredientes utilizados para elaboração dos bolos foram adquiridos no comércio local de Montes Claros (MG).

As farinhas foram utilizadas na preparação de bolos com a seguinte formulação, como ingredientes secos: 60 g de farinha de arroz (FAB ou FAN ou FAV), 20 g de fécula de batata, 68 g de açúcar refinado, 17 g de chocolate em pó (50 %), 5 g de gordura vegetal em pó, 3 g de fermento químico, 0,15 g de goma xantana e 0,5 g de sal. E como ingredientes líquidos: 50 g de ovos, 70 mL de leite e 10 g de óleo de soja.

Os ingredientes secos foram pesados separadamente e misturados em batedeira planetária por um minuto em velocidade baixa. Em outro recipiente, as claras foram agitadas em batedeira planetária por três minutos em velocidade alta até formação de neve. Em seguida, foram acrescentados a gema e o óleo e misturados por mais um minuto. Os ingredientes secos foram então adicionados juntamente com o leite e homogeneizados por mais 1 minuto em velocidade alta. A massa foi despejada em formas de 15 cm de diâmetro, untadas com margarina e assadas por 20 minutos em uma temperatura

de 170°C. Após o resfriamento parte foi triturada para a caracterização da composição centesimal e outra parte foi submetida ao teste sensorial.

Todos os bolos foram preparados com duas repetições e as análises para composição centesimal foram realizadas em triplicata segundo as metodologias descritas pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2011), exceto para lipídeos que foi determinado pelo método sugerido por Bligh e Dyer (1959).

O fator utilizado na conversão do teor de nitrogênio em proteína foi de 5,95, como sugerido pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). O teor de carboidratos totais (carboidratos disponíveis e fibras) foi calculado por diferença percentual, subtraindo-se do total a soma de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos.

Os bolos foram avaliados sensorialmente no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG) em cabines individuais. Para a realização do teste, foram recrutados provadores não treinados, através de convite divulgado por e-mail e nos murais do ICA/UFMG.

Inicialmente, os provadores assinaram, em duas vias, um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG (CAAE: 66097417.2.0000.5149).

Foi empregado o teste de aceitação (método 165/IV) que foi composto por escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9). Os atributos avaliados foram aparência, sabor, cor, aroma, textura e avaliação global. Foi aplicado também os testes de intenção de consumo (método 167/IV), por meio da escala de sete pontos, variando de “nunca comeria” (1) a “certamente comeria” (7), e de intenção de compra (método 167/IV), por meio de escala de cinco pontos, variando de “nunca compraria” (1) a “certamente compraria” (5). Todos os testes foram realizados adotando as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Cada amostra foi servida individualmente em pedaços de 10 g em pratos plásticos descartáveis, codificados com números de três algarismos. Os provadores receberam uma ficha de avaliação, e que continham também questões para preenchimento de dados como sexo, faixa etária, se possuíam o hábito de consumir bolo, produtos sem glúten e produtos integrais. Um copo com água foi oferecido aos provadores para reduzir a influência de uma amostra sobre a outra.

Para avaliar o Índice de Aceitabilidade (I.A) foi utilizada a equação sugerida por Teixeira, Meinert e Barbeta (1987): $IA (\%) = A \times 100/B$, onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto, ambos para avaliação global.

Os resultados foram avaliados estatisticamente, por delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA). As diferenças foram consideradas significativas para $p < 0,05$, com intervalo de confiança de 95% pelo teste de Tukey, utilizando o software R.

Resultados e discussão

A composição centesimal dos bolos de farinha de arroz branco (FAB), negro (FAN) e vermelho (FAV) está apresentada na Tabela 1.

Os teores de umidade variaram de 28,09 a 32,36 %, sendo diferentes entre os bolos com FAN e FAB. Souza *et al.* (2013) e Ramos, Piemolini-Barreto e Sandri (2012) encontram resultados semelhantes (29,6 % e 24,92 a 28,08 %, respectivamente) em bolos elaborados com farinha de arroz branco. A umidade em bolos é uma característica importante sob o ponto de vista sensorial, pois confere maciez ao produto.

Observa-se na Tabela 1, que os teores de proteínas não diferiram significativamente entre as amostras para o teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Resultados semelhantes foram reportados na literatura, onde os teores de proteínas variaram de 4,72 % a 6,87% (BOZDOGAN; KUMCUOGLU; TAVMAN, 2019; HEISLER *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2013).

Em relação aos lipídeos, observa-se que somente o bolo com FAB e FAV foram diferentes estatisticamente. Essa variação se deve provavelmente devido a composição da farinha de arroz vermelho apresentar maior teor de lipídeos, uma vez que todos os outros ingredientes não variaram nas formulações. Os resultados, entretanto, estão dentro dos valores reportados na literatura que variam de 6,00 a 22,30 % de lipídeos em bolos elaborados com farinha de arroz (BOZDOGAN; KUMCUOGLU; TAVMAN, 2019; SOUZA *et al.*, 2013).

O teor de cinzas foi diferente apenas para o bolo com FAN, porém significativamente menor. As cinzas representam o conteúdo de minerais presentes no alimento e, portanto, altos teores são importantes para dieta. No entanto, comparado ao bolo elaborado apenas com farinha de trigo, Jesus (2016) encontrou valor para cinzas de 0,67 %, demonstrando que o uso de farinha de arroz se apresenta como uma boa fonte de minerais.

O valor de carboidratos totais, para todos os bolos analisados, foi próximo a de Souza *et al.* (2013), que encontram o valor de 53,2 %.

Dos 65 provadores que participaram do estudo, 43 eram do sexo feminino e 22 do sexo masculino, sendo que 82 % possuem idade inferior a 25 anos, 18 % possuíam idade entre 26 e 35 anos e 6 % acima de 35 anos. Constatou-se também que 57 % tem o hábito de consumir bolo, 25 % consomem produtos sem glúten e 38 % consomem produtos integrais.

Tabela 1 – Composição centesimal e valor energético dos bolos

	Bolo com FAB ¹	Bolo com FAN ²	Bolo com FAV ³
Umidade (%)	32,36 ± 1,40 a	28,09 ± 0,49 b	29,76 ± 0,39 ab
Proteínas (%) ⁴	5,92 ± 0,39 a	5,85 ± 0,08 a	5,89 ± 0,12 a
Lipídeos (%) ⁴	8,91 ± 0,53 b	9,90 ± 0,58 ab	10,43 ± 0,24 a
Cinzas (%) ⁴	1,71 ± 0,01 a	1,44 ± 0,05 b	1,89 ± 0,03 a
Carboidratos totais (%) ⁵	51,10	54,72	52,03

Fonte: Dos autores, 2019.

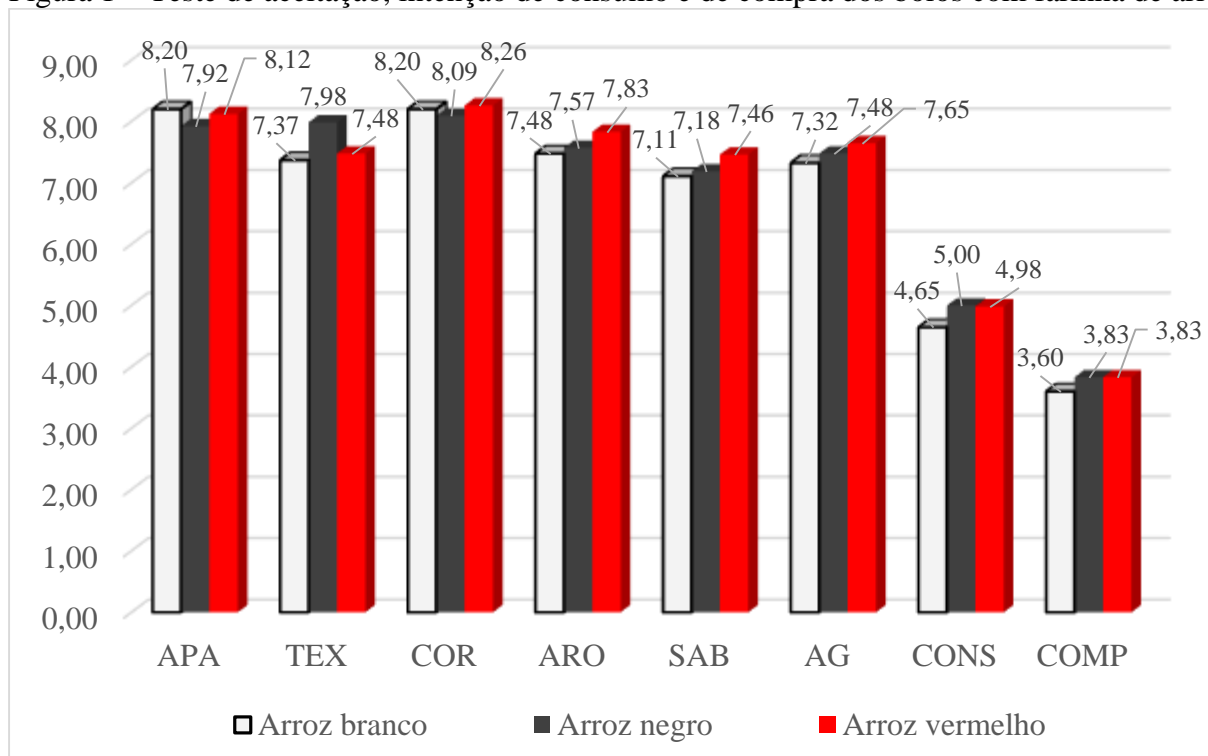
Legenda: ¹ FAB: farinha de arroz branco; ² FAN: farinha de arroz negro; ³ FAV: farinha de arroz vermelho; ⁴ Resultados em base úmida; ⁵ Calculados por diferença: 100 - %umidade - % proteínas - % lipídeos - % cinzas.

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Na Figura 1 estão apresentados os resultados para o teste de aceitação dos bolos. De todos atributos avaliados, somente a textura foi significativamente diferente entre ao bolo elaborado com FAB e FAN, sendo atribuída maior nota ao último. Em relação a intenção de consumo e de compra, também não foram significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 95 % de confiança. As notas para intenção de consumo foram de 4,65 a 5,00, indicando que os provadores “comeriam ocasionalmente” (4) a “comeriam frequentemente” (5), enquanto que as notas para intenção de compra variaram de 3,60 a 3,83, indicando que os provadores “tem dúvidas se comprariam” (3) a “provavelmente comprariam” (4). Esses resultados podem ter sido um reflexo do público de provadores, pois a minoria tem hábito de consumir produtos sem glúten e integrais. Embora esses resultados não sejam tão satisfatórios, cabe salientar que a introdução desses produtos no mercado, beneficiariam um público de celíacos com novos produtos de panificação, com características nutricionais adequadas.

O índice de aceitação (IA) para os bolos de FAB, FAN e FAV foram de 81,37 %, 85,61 % e 84,96 %, respectivamente. De acordo com Teixeira, Meinert e Barbetta (1987), IA superiores a 70 % demonstram que o produto é bem aceito sensorialmente pelo consumidor, indicando, portanto, a viabilidade de comercialização do mesmo, atendendo principalmente a um público que tem restrição ao consumo de produtos com glúten. Resultados semelhantes foram reportados por Ramos, Piemolini-Barreto e Sandri (2012), que conseguiram um escore para aceitação global de 7,00 a 7,63 e IA de 73,0 a 80,0 % em bolos elaborados com farinha de arroz e farinha de linhaça. Heisler *et al.* (2008) avaliando bolos elaborados com farinha de arroz sabor chocolate, encontraram 100 % de aceitação por parte das crianças, indicando que os produtos elaborados com farinha de arroz não diferiram daqueles preparados de forma convencional.

Figura 1 – Teste de aceitação, intenção de consumo e de compra dos bolos com farinha de arroz



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: APA – aparência, TEX – Textura, COR – cor, ARO – aroma, SAB – sabor, AG – Avaliação Global: escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9); CONS – Intenção de consumo: escala de sete pontos, variando de “nunca comeria” (1) a “certamente comeria” (7); COMP – Intenção de compra: Escala de cinco pontos, variando de “nunca compraria” (1) a “certamente compraria” (5).

Das e Bhattacharya (2019) avaliaram, sensorialmente, bolos elaborados com farinha de arroz vermelho extrusada a diferentes temperaturas. Os autores encontraram para aparência, sabor e textura valores de 5,7 a 7,7, de 5,3 a 7,3 e de 5,3 a 7,7, respectivamente, estando os resultados aqui encontrados, semelhantes aos desses autores.

Souza *et al.* (2013) avaliando bolos elaborados com farinha de arroz, encontraram os seguintes escores para aparência 7,1, para textura 6,3, para aroma 7,0 e sabor de 6,8. Já Silva *et al.* (2009), avaliaram sensorialmente bolos elaborados com farinha extrusada de arroz com pó de café (20 e 30%), na mistura com a farinha de trigo e encontraram valores médios de 6,7 para aroma, 6,8 para textura, 6,6 para sabor e 6,7 para avaliação global. Os resultados encontrados nestes dois trabalhos foram inferiores ao deste estudo, o que pode indicar que as formulações aqui apresentadas são mais promissoras a serem aceitas no mercado consumidor.

Conclusão

Diante do que foi exposto, pode-se concluir que os bolos apresentaram características nutricionais aceitáveis, entretanto ocorreram diferenças que estão relacionados a composição das farinhas que apresentam variação de alguns constituintes. Quanto a análise sensorial, os resultados foram relevantes destacando o índice de aceitação que foi superior a 80% para todos os bolos. Dessa maneira, os bolos possuem potencial de mercado consumidor principalmente para pessoas celíacas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a empresa Ruzene pela doação das farinhas de arroz.

Referências

- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed. 4 rev. Gaithersburg: AOAC, 2011. 1505p.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911 – 917, 1959.
- BOÊNO, J. A.; ASCHERI, D. P. R.; BASSINELLO, P. Z. Qualidade tecnológica de grãos de quatro genótipos de arroz-vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 718-723, 2011.
- BOZDOGAN, N.; KUMCUOGLU, S.; TAVMAN, S. Investigation of the effects of using quinoa flour on gluten-free cake batters and cake properties. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 2, p. 683 – 694, 2019.
- HEISLER, G. E. R. *et al.* Viabilidade da substituição da farinha de trigo pela farinha de arroz na merenda escolar. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 299-306, 2008.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 1020 p. 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- JESUS, C. A. **Pré-mistura para bolos a base de farinha de arroz negro e branco**. 2016. 21f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2016.
- quinoa flour on gluten-free cake batters and cake properties. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 2, p. 683 – 694, 2019.
- RAMOS, N. C.; PIEMOLINI-BARRETO, L. T.; SANDRI, I. G. Elaboração de pré-mistura para bolo sem glúten. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 1, p. 33 – 38, 2012.
- SILVA, R. F. *et al.* Aceitabilidade de biscoitos e bolos à base de arroz com café extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 815 – 819, 2009.
- SOUZA, T. A. C. *et al.* Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 717 – 728, 2013.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise Sensorial de Alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. p.60.

Capítulo 49

Avaliação pós-colheita de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) em simulação de seu comportamento em expositores de supermercado

Gabriel Sthefano Lourenço Pereira*¹; Camila Almeida de Jesus²; Renata Nolasco Braga¹; Melissa Alane Rodrigues Silva³; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira⁴, Juliana Pinto de Lima⁵

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento pós-colheita da cagaita armazenada sob refrigeração e expostas à temperatura ambiente, no intuito de simular o seu armazenamento em gôndolas e expositores para determinar sua vida útil no mercado. Os frutos de *E. dysenterica* foram colhidos no estágio verde-maturo, selecionados, sanitizados e acondicionados sob refrigeração na temperatura de 7°C. A cada 3 dias os frutos eram retirados da refrigeração e expostos a temperatura ambiente (26°C) por 2 dias para posteriormente serem analisados. Durante o armazenamento, foi avaliada a durabilidade dos frutos por meio de análises periódicas de pH, acidez, sólidos solúveis e ratio. Os resultados obtidos mostraram que os frutos nas condições deste experimento, possuem vida útil de 11 dias. Conclui-se que o emprego de baixa temperatura para o armazenamento da cagaita é uma alternativa viável e que pode ajudar a prolongar a vida útil destes frutos.

Palavras-chave: Fruto climatérico. Pós-colheita. Vida de prateleira.

Introdução

Dentre diversas espécies do Cerrado, o fruto da *Eugenia dysenterica* DC. (Myrtaceae) conhecida como cagaita, é amplamente consumida por populações locais devido ao seu sabor levemente ácido e possibilidade de produção de diversos pratos típicos (SILVA *et al.*, 2001).

A cagaita possui alto rendimento de polpa, apresentando teores consideráveis de vitamina C (34,11 mg/100g), folatos (25,74 µg/100g) e carotenoides (0,77 mg/100g), componentes estes reconhecidamente importantes para a saúde do consumidor (CARDOSO *et al.*, 2011).

¹Graduando em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

²Mestre em Produção Animal, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

⁴Técnico-Administrativa do Laboratório de Produtos Vegetais, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

⁵Professora Adjunto, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

Os frutos climatéricos possuem como característica principal o aumento da produção de etileno e atividade respiratória no final da maturação, etapa conhecida como amadurecimento. Este tipo de fruto, como é o caso da cagaita, ao ser colhido durante a maturação, consegue completar esta etapa fora da planta, diferentemente dos frutos não-climatéricos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Entretanto, devido sua alta atividade metabólica pós-colheita, o fruto se deteriora em poucos dias ao ser armazenado em temperatura ambiente, mantendo sua comercialização quase que exclusivamente em mercados regionais. O abaixamento da temperatura do produto ainda é um dos métodos mais utilizados para retardar a atividade respiratória e inibição do crescimento microbiano. Compreender então o comportamento pós-colheita do fruto e sua conservação a frio pode ser o caminho para que se tenha um aproveitamento racional da colheita, além do alcance de novos mercados (CARDOSO *et al.* 2011).

Deve-se atentar para a escolha da temperatura utilizada na conservação de frutos, pois, apesar de poucas pesquisas relacionadas à pós-colheita de cagaita, Chitarra e Chitarra (2005) já constataram que a goiaba (*Psidium guajava* L.), que também pertencente à família Myrtaceae, se mostra extremamente sensível quando armazenada em temperaturas inferiores a 5°C, apresentando sintomas de injúria por frio. Os sintomas mais comumente relatados no *chilling injury* são o amadurecimento irregular, alterações na coloração e sabor do fruto e suscetibilidade a doenças; sendo que em alguns casos, esses sintomas podem ser agravados com a transferência do fruto para temperaturas mais elevadas, como a temperatura ambiental (MIGUEL *et al.*, 2011).

Em supermercados e feiras livres, a cagaita é inicialmente armazenada sob refrigeração e em seguida exposta aos consumidores em gôndolas a temperatura ambiente para serem comercializadas. Baseando-se nestas informações, o objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento pós-colheita dos frutos de cagaita armazenados sob refrigeração e expostos à temperatura ambiente, no intuito de simular o seu armazenamento em gôndolas e expositores para determinar sua vida útil no mercado.

Material e métodos

Os frutos de *E. dysenterica* foram colhidos no estágio verde-maturo de várias cagaiteiras localizadas na cidade de São João da Lagoa em Minas Gerais.

Após a obtenção, os frutos foram transportados em caixas plásticas para o Laboratório de Produtos Vegetais do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), onde foram submetidos a imersão em água fria (12°C) para retirada do calor de campo.

Posteriormente os frutos foram selecionados de acordo com o grau de maturação (verde-maturo), sanidade e ausência de danos mecânicos. Em seguida, os frutos foram sanitizados em

solução clorada (100 ppm/10 minutos), secos à temperatura ambiente e distribuídos em bandejas de poliestireno expandido, e acondicionados sob refrigeração na temperatura de 7°C.

O experimento foi realizado durante 17 dias. A cada 3 dias os frutos eram retirados da refrigeração e expostos a temperatura ambiente (26°C) por 2 dias, para simular a forma como acontece normalmente em gôndolas de supermercados e disponibilização para o consumidor.

Durante o armazenamento, foi avaliada a durabilidade dos frutos por meio de análises periódicas. Foram realizadas análises físico-químicas de pH, acidez, sólidos solúveis e ratio de acordo com as metodologias preconizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

O pH das amostras foi determinado com um pHmetro de mesa digital e a acidez titulável foi determinada através do método de volumetria com NaOH 0,1 N tendo como indicador solução de fenolftaleína, ácido predominante o ácido cítrico e os resultados expressos em g/100g.

O teor de sólidos solúveis foi realizado através da medição de alíquotas das amostras do fruto em um refratômetro digital, sendo os resultados expressos em °Brix e o ratio foi obtido pela divisão direta dos teores de sólidos solúveis e acidez titulável.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, sendo a unidade experimental constituída por 3 frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico R, versão 3.5.2 (R CORE TEAM, 2018).

Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises físico-químicas durante os dias de análise. Em relação ao pH, observou-se um aumento com o passar dos dias de armazenamento, tendo uma elevação mais significativa após o dia 11. A elevação do pH apresenta relação com a diminuição da acidez e geralmente ocorre com o avanço da maturação dos frutos (NOGUEIRA, *et al.*, 2002). O pH médio (3,17) dos frutos avaliados neste trabalho pode ser considerado ácido e foi inferior ao observado por Carneiro *et al.* (2015) em cagaitas armazenadas a 5°C (média de 4,16).

Pôde-se observar um aumento da acidez dos frutos do dia inicial até o dia 11 (variação de 1,17 a 1,84%) possivelmente relacionado à perda de água ao expor os frutos em diferentes ambientes com variação de temperatura e umidade, resultando na concentração de seus ácidos orgânicos. Outra hipótese é que os frutos, como foram colhidos no estágio verde-maturo, completaram seu processo de maturação ao longo do armazenamento sendo comum a síntese de ácidos orgânicos nesta etapa. Entretanto, após 11 dias de análise, a acidez começou a decrescer, chegando a 0,79% no dia 17. Isto

é decorrente devido ao processo normal de amadurecimento de frutos, onde ocorre o consumo dos ácidos orgânicos no processo respiratório (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Tabela 1 – Resultados da análise de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis e ratio durante os 17 dias de análise dos frutos de cagaita.

Dias de armazenamento	pH	Acidez	Sólidos	Ratio
		Titulável (% ácido cítrico)	Solúveis (°Brix)	
0 (após a colheita)	2,88 ± 0,01 e	1,17 ± 0,05 b	12,50 ± 1,52 a	10,69 ± 2,35 a
5 (3 dias a 7°C + 2 dias a 26°C)	3,02 ± 0,02 d	1,22 ± 0,09 b	8,00 ± 0,00 b	6,59 ± 0,49 b
8 (6 dias a 7°C + 2 dias a 26°C)	3,18 ± 0,08 c	1,60 ± 0,32 a	8,00 ± 0,00 b	5,15 ± 1,03 c
11 (9 dias a 7°C + 2 dias a 26°C)	3,09 ± 0,02 c	1,84 ± 0,33 a	7,00 ± 0,16 c	3,93 ± 1,13 c
14 (12 dias a 7°C + 2 dias a 26°C)	3,30 ± 0,07 b	1,27 ± 0,18 b	5,50 ± 1,00 d	4,70 ± 1,25 c
17 (15 dias a 7°C + 2 dias a 26°C)	3,58 ± 0,03 a	0,79 ± 0,05 c	5,00 ± 1,16 d	6,36 ± 1,51 b

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Valores expressos por média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de significância pelo teste Scott-Knott.

O teor de sólidos solúveis apresentou redução com o passar de cinco dias de armazenamento, seguido de estabilização até os oito dias e posteriormente decréscimo a partir de onze dias. O teor de sólidos solúveis é uma medida indireta do teor de açúcares do fruto. Os açúcares são substratos do processo respiratório, e com avanço da maturação e elevação da taxa respiratória, maior será a taxa de consumo deste substrato (JADOSKI *et al.*, 2011), fato este que justifica a diminuição dos sólidos solúveis obtido neste trabalho. Camilo *et al.* (2014) relataram teores mínimos e máximos de sólidos solúveis em cagaitas de 5,20 e 9,00% respectivamente, resultados estes na mesma faixa dos encontrados e neste trabalho, com exceção ao dia inicial, ou seja, o dia da colheita dos frutos.

Conforme relatado por Mangiavacchi e Almeida (2010), os parâmetros de acidez e sólidos solúveis nos frutos não devem ser considerados isoladamente, pois um interfere na percepção sensorial do outro. O ratio, correlação entre estes parâmetros, é uma forma de avaliar a doçura em relação à acidez do fruto indicando o grau de equilíbrio de parte do sabor dos frutos. Em relação à

cagaita, o ratio dos frutos diminuiu até o oitavo dia de armazenamento, seguido de estabilização até os 14 dias de armazenamento.

Carneiro *et al.* (2015), ao estudar o armazenamento pós-colheita de frutos de cagaita a 28°C, inviabilizaram seu consumo após 5 dias de análise. O experimento então mostra a possibilidade de estender a vida do fruto através da refrigeração.

Ressalta-se que apesar da temperatura de 7°C, os frutos não apresentaram injúria pelo frio nas variáveis analisadas como Carneiro *et al.* (2015) relata para cagaita armazenada a 5°C. A injúria pelo frio, dentre outros sintomas, pode causar amadurecimento irregular e alterações irregulares no desenvolvimento de sabor (MIGUEL *et al.*, 2011). Tal resultado indica que a temperatura estudada é adequada para o armazenamento destes frutos.

Conclusão

Os resultados obtidos mostraram que os frutos de cagaita armazenados sob refrigeração a 7°C e posteriormente expostos ao armazenamento em temperatura ambiente possuem vida útil de 11 dias (9 dias armazenada a 7°C e 2 dias armazenada a 26°C). Após este período, ocorre a diminuição significativa da acidez e dos sólidos solúveis dos frutos, além do aumento do pH, indicando que a cagaita está em processo de senescência. Conclui-se que o emprego de baixa temperatura para o armazenamento da cagaita é uma alternativa viável e que pode ajudar a prolongar a vida útil destes frutos.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Pró-Reitoria de Pesquisa – PRPq, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Referências

- ALMEIDA, S. P. **Cerrado**: aproveitamento alimentar. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 188p.
- CARDOSO, L. M. *et al.* Cagaita of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: Physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins. **Food Research International**, v. 44, n. 1, p. 2151-2154, 2011.
- CARNEIRO, J. O. Efeito da temperatura e do uso de embalagem na conservação pós-colheita de frutos de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n 3, p. 568-577, 2015.

- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.
- IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 1. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- JADOSKI, C. J. *et al.* Action of vegetal regulators, environmental control and storage over parameters of sweet pepper conservation in postharvest. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 4, n. 2, p. 99-121, 2011.
- MANGIAVACCHI, P. M.; ALMEIDA, S. B. Otimização da aceitação sensorial de suco de maracujá-amarelo em função da diluição da polpa e dos teores de sólidos solúveis e acidez. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UENF, 15., 2010. Campo dos Goytacazes. **Anais...** 2010.
- MIGUEL, A. C. A. *et al.* Injúria pelo frio na qualidade pós-colheita de mangas cv. Palmer. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, 2011.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. *et al.*, Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 463-470, 2002.
- PINTO, L. K. A. *et al.* Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 744-748, 2006.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>. Acesso em: 8 mar. 2019.

Capítulo 50

Caracterização Físico Química de Bebida Láctea Fermentada Adicionada de Coquinho Azedo (Butia Capitata)

Ana Carolina Rocha Santos¹; Fernanda Santos Barros²; Iara Laia Éllis³; Gicelle Aparecida Santos⁴,
Wilson Soares de Jesus⁵, Igor Viana Brandi*⁶

Resumo

O soro do leite é um subproduto importante para as indústrias de alimentos, por ser produzido em grande volume. Seu aproveitamento é de fundamental importância em função de sua qualidade nutricional, volume e poder poluente. E, por isso, vem sendo utilizado no desenvolvimento de novos produtos. Desta forma objetivou-se elaborar bebida láctea fermentada utilizando soro de leite. Após, realizou-se suplementação com polpa de coquinho azedo nas concentrações de 10, 20 e 30%, produzindo três formulações da bebida láctea, com procedimento padrão para todas. Foram avaliadas as características físico-químicas e microbiológicas. Os resultados encontrados foram comparados pela Análise de Variância (ANOVA) e Teste *Tukey*, utilizando-se o *software* SAS 9.0. Valores de pH e acidez das bebidas lácteas não diferiram estatisticamente em relação ao tempo de armazenamento. Já para os tratamentos denominados Bebida 1, Bebida 2 e Bebida 3 foi possível observar diferença nos valores de pH. A bebida com maior concentração de soro obteve menores valores de acidez. Diante dos resultados obtidos infere-se que é viável a produção da bebida láctea fermentada adicionada de coquinho azedo utilizando o soro de leite na sua formulação, como uma alternativa sustentável para o reaproveitamento deste subproduto e valorização dos frutos do Cerrado.

Palavras-chave: Frutos do Cerrado. Produto fermentado. Polpa de fruta. Soro de leite.

1, 2, 3, 4, 5 Graduandos em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

*⁶ Professor do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

*Autor para correspondência: ibrandi@hotmail.com ou ibrandi@ica.ufmg.br

Introdução

O soro de leite é um subproduto das indústrias de laticínios que geralmente são descartados em esgotos e rios, causando grandes efeitos poluentes (SMITHERS, 2008). É um produto altamente perecível, dificultando sua estocagem por períodos prolongados. Portanto, medidas que visem o aproveitamento e/ou tratamento deste subproduto de modo a não descartá-lo no meio ambiente são fundamentais.

Considerando a carência alimentar mundial aliada às crescentes quantidades de soro de leite produzidas, o seu aproveitamento é sugerido para melhorar a eficiência econômica dos laticínios e desenvolvimento de novos produtos, inserindo-o na alimentação humana como uma forma nutritiva e sensorialmente aceita (PACHECO *et al.*, 2005; PELEGRINI; CARRASQUEIRA, 2008).

A utilização desse subproduto para a elaboração de bebida láctea fermentada constitui-se em uma forma racional e lógica de aproveitamento do soro de leite para retorno à cadeia humana de forma palatável, sem prejuízo ao meio ambiente e agregando muitos benefícios ao consumidor e às indústrias de alimentos. O baixo custo desse subproduto é um dos fatores responsáveis pelo seu alto consumo, além das propriedades funcionais que podem ser agregadas (ALMEIDA *et al.*, 2001).

Uma forma de diversificar o sabor da bebida láctea é a adição de frutas, aumentando de maneira eficaz a aceitação do produto, pois nem todos os consumidores preferem a bebida na sua forma natural. Além de possuir vantagem de incorporação de nutrientes específicos, resultando em produtos com diferentes características físico-químicas e sensoriais (MALDONADO *et al.*, 2017). O consumo de frutas do Cerrado e de suas polpas tem sido recomendado devido às suas características sensoriais únicas, além disso, impulsiona a industrialização desses produtos, incrementando a renda local e contribuindo para o crescimento e desenvolvimento econômico da região (PAULA *et al.*, 2012).

O coquinho azedo (*Butia capitata*) é fruto de uma palmeira, que faz parte da paisagem do Cerrado. Sua polpa fortemente aromática é muito apreciada pela população do norte de Minas Gerais, principalmente para a produção de sucos, o que corrobora para a importância cultural da espécie e da manutenção da variabilidade no cerrado (FARIA *et al.*, 2008). Sendo, também, um importante alicerce da economia de populações isoladas ou marginalizadas pela sociedade de consumo.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo elaborar uma bebida láctea fermentada utilizando o soro de leite, como uma alternativa para o reaproveitamento desse resíduo da indústria de laticínios, além de incorporar a adição da polpa de coquinho azedo em diferentes concentrações, valorizando as riquezas da cultura e bioma local, como alternativa para impulsionar a economia da região. E, avaliar suas características físico-químicas e microbiológicas.

Materiais e métodos

As bebidas lácteas fermentadas foram produzidas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais – MG. Foram produzidas três formulações da bebida láctea, apresentadas na Tabela 1. Estas se diferem, como mostrado abaixo, em relação à quantidade de leite, soro e concentração de polpa utilizada. O procedimento de produção foi padrão para todas as bebidas.

Tabela 1 – Formulação das bebidas lácteas fermentadas

Ingredientes	Bebida 1	Bebida 2	Bebida 3
Leite integral	39,5%	34,5%	29,5%
Soro de leite 15%	39,5%	34,5%	29,5%
Açúcar cristal	10,0%	10,0%	10,0%
Sorbato de potássio	0,1%	0,1%	0,1%
Amido modificado	0,8%	0,8%	0,8%
Fermento termofílico	0,1%	0,1%	0,1%
Polpa de coquinho azedo	10%	20%	30%

Fonte: Dos autores, 2019.

O leite e o soro de leite em pó reconstituído foram misturados e, em seguida, foram adicionados açúcar e amido. Esta mistura foi aquecida até 85°C e depois resfriada até atingir 43°C, que é considerada a temperatura ótima de crescimento da cultura láctica. Logo após, adicionou-se cultura mista liofilizada contendo *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*. O produto foi incubado a 43°C por aproximadamente 8 horas e, o tempo de fermentação da bebida láctea foi calculado a partir do início da inoculação, até obter-se o valor de pH próximo a 4,6 – 4,7. Terminada a fermentação, fez-se o resfriamento até 10 °C, aproximadamente, e a quebra do coágulo por agitação manual. Por fim, adicionou-se a polpa de fruta. As bebidas foram então envasadas em recipientes esterilizados e armazenadas a 5°C.

Realizou-se o monitoramento do pH durante o processo fermentativo, onde foram coletadas amostras de cada bebida no tempo de 1 hora após o início da fermentação e depois a cada trinta minutos até atingir pH 4,6 ou até atingir 8 horas de fermentação.

Após o armazenamento, foram realizadas análises de pH e acidez titulável nos dias 0, 7, 14 e 21. O pH foi determinado através de medidor de pH Lucadema modelo LUCA-210. A acidez titulável

foi obtida por titulação de 10ml da bebida, adicionada de indicador, com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L até o ponto de viragem, sendo expressa em °Dornic.

Foram realizadas ainda análises para determinação de sólidos solúveis após 7 dias de armazenamento, através do refratômetro Biobrix tipo ABBE modelo 2WAJ.

Todas as análises físico-químicas foram realizadas em duplicata no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros – MG.

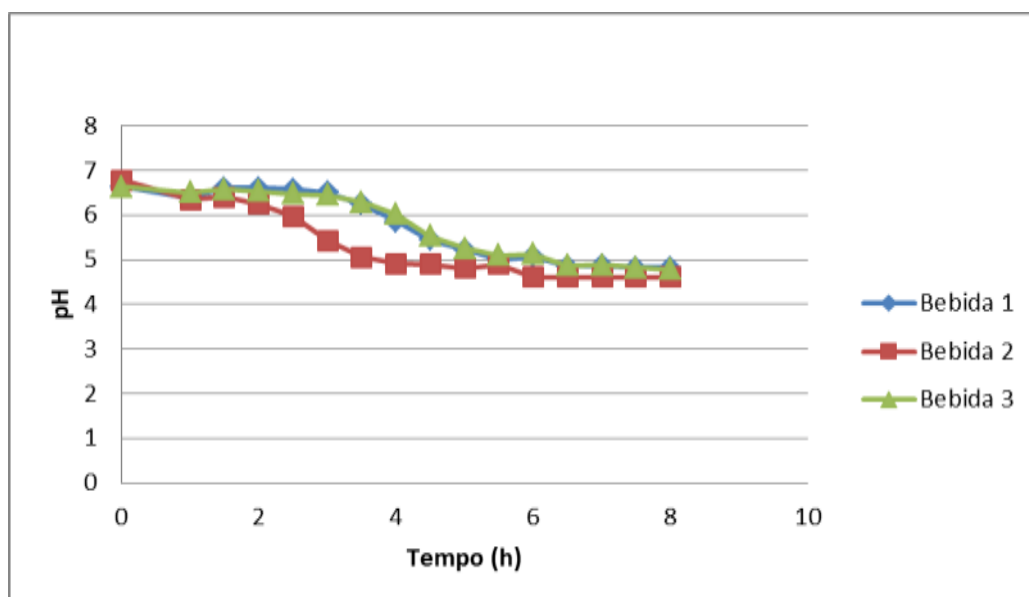
As análises microbiológicas realizadas foram: viabilidade de bactérias lácticas, coliformes totais e *Salmonella* spp, conforme metodologia descrita por Evancho (2001). Essas análises foram realizadas em duplicata, também no Laboratório de Biotecnologia.

Para comparar os resultados encontrados foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de *Tukey* para comparação de médias com intervalo de confiança de 99% ($p < 0,01$), utilizando-se o *software* SAS 9.0.

Resultados e discussão

A variação do pH durante o processo fermentativo está representada na Figura 1.

Figura 1. Monitoramento do processo fermentativo (pH x Tempo)



Fonte: Dos autores, 2019.

Conforme pode-se observar, todas as bebidas conseguiram atingir o pH de 4,6 após 6 horas de fermentação, valor considerado ideal para se iniciar o resfriamento, pois segundo Brandão (1997),

a fermentação continua muito lentamente durante esta etapa. Vale destacar ainda que o ato de iniciar o resfriamento com pH próximo a 4,6 evita o abaixamento excessivo do pH, fato este que pode comprometer a qualidade do produto final. Os valores do presente estudo aproximam-se dos encontrados por Recchia (2014), que obteve tempos de fermentação que variaram de 3,5 a 6,0 horas.

Os valores de pH e acidez estão apresentados na Tabela 2. É possível observar, a partir dos resultados, que os valores de pH e acidez das bebidas lácteas não diferiram estatisticamente, em relação ao tempo de armazenamento, de acordo com teste de *Tukey* a nível de 1% de probabilidade.

Tabela 2 – Resultados de pH e acidez das bebidas lácteas durante 21 dias

Dia	Bebida 1		Bebida 2		Bebida 3	
	pH	Acidez °D	pH	Acidez °D	pH	Acidez °D
0	4,44aA	65,7aA	4,33bA	72,4aA	4,28bA	68,4aA
7	4,71aA	65,2aA	4,46bA	72,4aA	4,43bA	77,4aA
14	4,67aA	66,6aA	4,37bA	76,0aA	4,42bA	76,0aA
21	4,56aA	68,8aA	4,28bA	76,5aA	4,32bA	70,2aA

Fonte: Dos autores, 2019.

*As médias seguidas por letras minúsculas diferentes, na horizontal, diferem entre si e referem-se ao tratamento. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas, na coluna, não diferem estaticamente e refere-se ao tempo de armazenamento.

Em relação ao tratamento (Bebida 1, Bebida 2 e Bebida 3), pode ser observado que houve diferença nos valores de pH, porém para os valores de acidez não houve diferença significativa, de acordo com teste de *Tukey* a nível de 1% de probabilidade. Os resultados encontrados no presente trabalho estão de acordo com os encontrados por Silva *et al.* (2014).

A acidez titulável, determinada em graus Dornic, variou entre 65,2 e 77,4°D. Os resultados encontrados apresentam-se de acordo com a legislação, que considera valores de 60 a 150 °D (Brasil, 2007). Além disso, pode-se perceber, através dos dados contidos na Tabela 2, que a acidez da bebida foi influenciada por sua composição, onde a bebida com maior concentração de soro obteve valores menores de acidez. Diferenças nestes valores para diferentes produtos podem estar relacionadas com o tipo, a concentração, a atividade da cultura utilizada, a quantidade de soro utilizado e o período de armazenamento (Caldeira *et al.*, 2010). O mesmo resultado foi encontrado no trabalho de Thamer e Penna (2006), onde valores maiores de acidez foram relacionados a menores teores de soro de leite na bebida.

O pH é elevado no início da fermentação, como observado no tempo de sete dias, devido ao pH do leite favorecer o desenvolvimento de *Streptococcus thermophilus*, o qual tende a ser inibido quando o pH atinge valores de 4,2 a 4,4 (ANDRADE, 2010). Entretanto os *Lactobacillus bulgaricus* continuam a fermentar, favorecendo a produção de ácido láctico, que resulta no abaixamento do pH no meio de cultura e leva a um aumento contínuo na acidez titulável, o que é observado ao final dos 21 dias. Assim, justificando os valores apresentados para as diferentes formulações.

Os valores de sólidos solúveis encontrados foram 19,20 °Brix para a Bebida 1, 17,15 °Brix para a Bebida 2 e de 17,00 °Brix para a bebida 3. Silva *et al.* (2014) encontraram o valor de 15 °Brix para bebidas lácteas fermentadas contendo 5, 10 e 15% de polpa de uva, enquanto Macêdo *et al.* (2011) encontraram 15,5° Brix para bebida láctea fermentada contendo 10% de polpa de maracujá. O maior valor de °Brix encontrado no presente estudo pode ser justificado pela quantidade de sólidos do fruto utilizado, uma vez que cada fruto possui características específicas.

Conforme a legislação vigente, a bebida láctea deve ter ausência de *Salmonella* spp. e quantidade máxima de 10 NMP/mL de coliformes termotolerantes (Brasil, 2005). As bebidas lácteas elaboradas não apresentaram *Salmonella* spp e coliformes totais em nenhuma das concentrações da bebida, estando de acordo com a legislação e assim, apontando a qualidade do produto frente às condições higiênicas adequadas para consumo. Além disso, as bactérias lácteas permaneceram viáveis durante os vinte e um dias de armazenamento, pois de acordo com Brasil (2005), a contagem total de bactérias lácticas viáveis deve ser, no mínimo, de 10⁶ UFC/g no produto final durante todo o prazo de validade.

Conclusão

Os resultados obtidos permitiram inferir que a produção da bebida láctea fermentada adicionada de polpa de coquinho azedo é tecnologicamente viável, uma vez que este fruto apresenta papel importante para a economia e cultura regional, promovendo a valorização dos frutos do Cerrado. A utilização do soro de leite na sua formulação representa uma alternativa sustentável para o reaproveitamento deste subproduto de alto valor nutricional e baixo custo. As análises realizadas atenderam às normas de legislação em vigor e estavam dentro dos padrões microbiológicos e físico-químicos exigidos. Diante desse contexto, a bebida láctea à base de soro incorporada com coquinho azedo agrega valor ao fruto nativo da região, além de poder servir de base para outras pesquisas e trabalhos futuros.

Referências

- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-N%C2%BA-46-DE-23-DE-OUTUBRO-DE-2007.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.lex.com.br/doc_411405_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_16_DE_23_DE_AGO_STO_DE_2005.aspx>. Acesso em: 05 abr. 2019.
- CAO, X.; YANG, M.; YANG, N.; LIANG, X.; TAO, D.; LIU, B.; WU, J.; YUE, X. Characterization and comparison of whey N-glycoproteomes from human and bovine colostrum and mature milks. *Food Chemistry*. **Food Chem.**, v. 276, p. 266-273, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881461831759X?via%3Dihub>>. Acesso em: 05 abr. 2019.
- CASTRO, F. P.; CUNHA, T. M.; OGLIARI, P. J. TEÓFILO, R. F.; FERREIRA, M. M. C.; PRUDÊNCIO, E. S. Influence of different content of cheese whey and oligofrutose on the properties of fermented lactic beverages: Study using response surface methodology. **Food Science and Technology**, v. 42, p. 993-997, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643808003198>>. Acesso em: 05 abr. 2019.
- FARIA, J. P.; ALMEIDA, F.; SILVA, L. C. R.; VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Caracterização da polpa do coquinho-azedo (*Butia capitata* var *capitata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 827-829, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v30n3/45.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- LEITE, M. T; BARROZO, M. A. S.; RIBEIRO, E. J. Canonical Analysis Technique as an Approach to Determine Optimal Conditions for Lactic Acid Production by *Lactobacillus helveticus* ATCC 15009. **International Journal of Chemical Engineering**, v. 2012, p. 1-10, 2012. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/ijce/2012/303874/>>. Acesso em: 05 abr. 2019.
- PELEGRINI, D. H. G.; CARRASQUEIRA, R. L. Aproveitamento do soro do leite no enriquecimento nutricional de bebidas. **Brazilian Journal Food Technology**, v.62, n.6, p.1004-11, 2008.
- SANTOS, C. T.; MARQUES, G. M. R.; FONTAN, G. C. R.; FONTAN, R. da. C. I.; BONOMO, R. C. F.; BONOMO, P. Elaboração e caracterização de uma bebida láctea fermentada com polpa de umbu (*Spondias tuberosa* sp.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.2, p.111-116, 2006. Disponível em: <<http://deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev82/Art823.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- SANTOS, C. T.; COSTA A. R, REIS G. C, FONTAN, R. C.I.; BONOMO, R. C. F. Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga. **Alim Nutr**, v. 19, p. 55-60, 2008. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/199/204>>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- SILVA, R. R. de L.; MORAIS, H. M. B. R. de M.; MARTINS, A. N. A.; SANTOS, D. C. Caracterização físico-química de bebida láctea fermentada sabor uva com adição de probióticos. **Agropecuária Técnica**, v. 35, p. 208-212, 2014.
- SMITHERS, G. W. Whey and whey proteins – From ‘gutter-to-gold’. **International Dairy Journal**, v. 18, p. 695-704, 2008. Disponível em: <doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.03.008>. Acesso em: 15 jun. 2019.

ZULUETA, A.; ESTEVE, M. J.; FRASQUET, I.; FRÍGOLA, A. Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. **Food Chemistry**, v. 103, p.1365-1374, 2007. Disponível em: <doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.052>. Acesso em: 15 jun. 2019.

Capítulo 51

Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de sementes de *Sterculia striata*

Míriam Andrade Santos¹; Ítalo Magno Matos de Freitas²; Lenita Sena de Assis²; Vitor Augusto Teixeira de Rezende²; Ederson Paulo Xavier Guilherme³; Bruna Mara Aparecida de Carvalho*⁴

Resumo

O chichá é uma planta nativa do cerrado da família *Sterculiaceae*. Seu perfil de nutrientes ainda é pouco conhecido. Assim, o objetivo desta pesquisa foi obter a composição centesimal e o perfil de ácidos graxos de sementes de Chichá. A determinação do teor de umidade, minerais, proteína bruta e lipídios, foram realizados conforme metodologia descrita na AOAC. A derivatização do óleo foi realizada a 100°C por 1 hora, utilizando-se HCl e metanol. A determinação da composição de ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo a gás da Agilent Technologies (GC 7890A) equipado com detector de massas (CG-EM) e coluna capilar DB-5MS (Agilent Technologies). Os resultados da composição centesimal foram 22,19% de proteínas, 20,62% de lipídios, 3,91% de umidade, 3,63% de cinzas, 53,56% de carboidratos totais, 19,99% Fibra em Detergente neutro e 3,99% de Fibra em Detergente Ácido. Em relação ao perfil de ácidos graxos, foram identificados 5 constituintes, sendo que destes, 56,2% correspondem a ácidos graxos insaturados os quais são comumente encontrados em gorduras vegetais. O ácido oleico, mais amplamente distribuído na natureza, sendo encontrado tanto em óleos e gorduras de origem animal quanto vegetal, foi o ácido graxo de maior teor encontrado no chichá, seguido pelo ácido palmítico. Todas estas características do chichá são importantes no aspecto funcional, sendo que os resultados aqui apresentados demonstram o grande potencial funcional do chichá.

Palavras-chave: Chichá, Ácidos Graxos, CG-EM.

¹Graduada em Engenharia de Alimentos no Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG 39404-547, Brasil.

²Graduandos em Engenharia de Alimentos do Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG 39404-547, Brasil.

³Mestre em Produção Vegetal pelo Graduada em Engenharia de Alimentos no Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG 39404-547, Brasil.

⁴Professora associada no Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG 39404-547, Brasil.

*Correspondência. Tel: 38 21017922. Endereço eletrônico: brunacarvalho@ufmg.br (B.M.A. Carvalho).

Introdução

O cerrado ocupa 23% do território brasileiro, sendo considerado o segundo maior bioma do país. Este bioma está presente nos estados de Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Piauí, Rondônia, Tocantins e no Distrito Federal representando uma área aproximada de 2 milhões de km² (FUJITA, 2012). A flora do cerrado possui uma variedade de frutos comestíveis, que são consumidos *in natura* ou são utilizados como matéria-prima para o preparo de outros alimentos (SILVA *et al.*, 2001).

A espécie *Sterculia striata* conhecida popularmente por chichá é umas das plantas pertencentes a flora do cerrado. Seu fruto amadurece no período de junho a setembro e apresenta de 9 a 20 sementes as quais são ovóides, com 2 cm de comprimento, apresentando duas cascas - uma externa fina, de fácil remoção e outra interna que apresenta maior rigidez- e uma amêndoa, que é consumida *in natura*, cozida, torrada ou na forma de paçoca doce ou salgada (SILVA *et al.*, 2001). Quando comparado a outros frutos do cerrado, o chichá apresenta maior conteúdo de fenólicos totais, para o extrato alcoólico e maior teor de licopeno, sendo estes compostos bioativos considerados antioxidantes (ROCHA *et al.*, 2013).

O chichá é pouco susceptível ao escurecimento enzimático, e indica ser fonte de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente ácido oleico, sendo encontrado teor maior que no óleo de girassol e de amendoim (SILVA; FERNANDES, 2011). Apresenta também alta concentração de fibras, proteínas, fósforo, manganês e cobre, sendo este último, considerado como fonte para gestantes (SILVA, 2009).

Desta forma, o trabalho teve como objetivo obter a composição centesimal e o perfil de ácidos graxos do chichá.

Material e métodos

As sementes de frutos maduros de chichá (*Sterculia striata* A.St.-Hil. & Naudin) foram coletadas na região Norte do Estado de Minas Gerais. As sementes selecionadas foram armazenadas a -18°C até sua utilização. Para a sua utilização, as sementes foram trituradas em liquidificador industrial modelo Tron Master Copo Aço Inox, em seguida as amostras foram peneiradas em peneiras com abertura de 1,68mm para obtenção de granulometria homogênea. Todos os solventes e reagentes utilizados foram de alto grau analítico.

Composição centesimal

A determinação do teor de umidade, minerais, proteína bruta e lipídios, foram realizados conforme metodologia descrita na AOAC (1995). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram obtidos conforme Van Soest *et al.* (1991). Os carboidratos totais (CT) foram estimados conforme a equação: $CT = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM)$.

Obtenção de óleo e perfil de ácidos graxos

Obtenção do óleo

A extração do óleo de chichá foi realizada empregando extrator automatizado tipo Soxtec, baseada na metodologia de extração direta em Soxhlet da A.O.A.C (1995).

Derivatização

Em um balão de fundo redondo (50 mL) foi adicionado 20g da amostra, em seguida, adicionou-se 5 mL de solução de KOH em metanol ($0,5 \text{ mol L}^{-1}$, m/v) e aqueceu a $100 \text{ }^\circ\text{C}$ por 1 h, sob refluxo. Para a esterificação, 2 mL de solução de HCl em metanol (4:1, v/v) foram adicionados à mistura e aquecida novamente à $100 \text{ }^\circ\text{C}$, por 1 h. Procedeu-se à extração dos ésteres metílicos; em que, após o resfriamento, acrescentou-se 2,0 mL de H_2O destilada e, em seguida, os derivados obtidos foram extraídos com diclorometano (3 x 5,0 mL). Após a extração, a fase orgânica foi seca com sulfato de sódio anidro, filtrada e concentrada. O resíduo obtido, após completa remoção do solvente foi redissolvido em 1,00 mL de diclorometano e analisado por CG-EM.

Condições cromatográficas empregadas

As análises cromatográficas foram realizadas em cromatógrafo a gás da *Agilent Technologies* (GC 7890A) equipado com detector de massas (CG-EM) e coluna capilar DB-5MS (*Agilent Technologies*, 30 m comprimento x 0,25 mm diâmetro interno x 0,25 μm espessura do filme). Hélio (99,9999% de pureza) foi utilizado como gás de arraste a uma taxa de 1 mL min^{-1} . Utilizando um auto-injetor (CTC combiPaL), $1 \mu\text{L}$ da amostra foi injetada no cromatógrafo a uma razão de *split* 1:10. O injetor *split/splitless* foi mantido a $220 \text{ }^\circ\text{C}$. A coluna cromatográfica inicialmente a $160 \text{ }^\circ\text{C}$, isoterma por 2 min., foi aquecida a uma taxa de $2 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$ até $200 \text{ }^\circ\text{C}$ e, em seguida, até $240 \text{ }^\circ\text{C}$ a uma taxa de $10 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$. Após a separação dos compostos a temperatura foi elevada até $300 \text{ }^\circ\text{C}$ e

permanecendo por 3 minutos (*post run*). A temperatura da interface foi mantida a 240 °C e a ionização realizada com impacto de 70 eV. A amplitude de varredura de *m/z* foi de 30 a 600 Da.

Resultados e discussão

Composição centesimal

Os resultados da composição centesimal das sementes de chichá estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição centesimal das castanhas de *Sterculia striata*

Componentes (g/100g)	Chichá
Umidade	3,91±0,05
Cinzas	3,63±0,01
CT	49,65±0,02
Lipídios	20,62±0,02
Proteínas	22,19±0,01
FDN	19,99±0,01
FDA	3,99±0,01

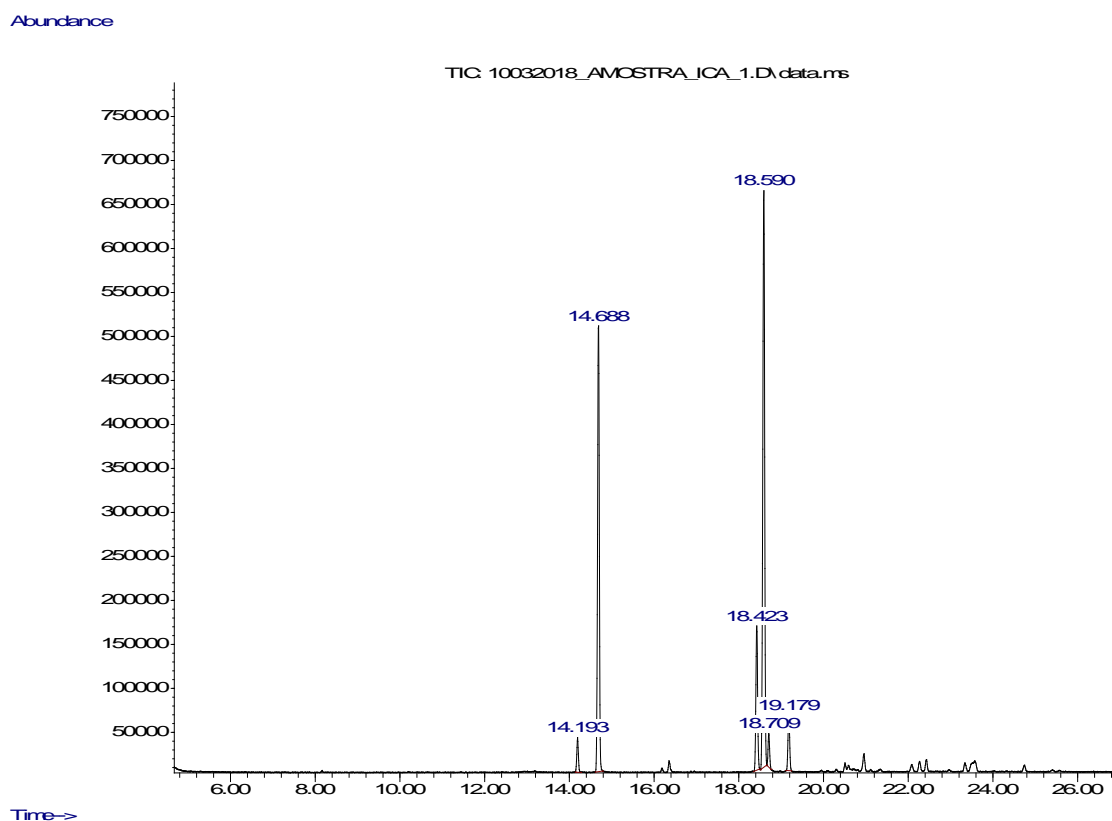
Legenda: (CT) Carboidratos Totais, (FDN) Fibra em Detergente neutro, (FDA) Fibra em Detergente Ácido.

O chichá apresentou maiores teores de proteínas (22,19) e carboidratos totais (53,56), quando comparado ao chichá dos outros estados do Brasil, que apresentaram teor de 17,4 e 19,9 para proteínas e 45,1 e 40,6 para carboidratos, respectivamente, e menores concentrações de lipídeos (20,62) e umidade (3,91). Sendo que de acordo com Silva e Fernandes (2011), frutos oriundos de diferentes regiões podem apresentar teores diferentes em sua composição centesimal, e isso pode ser justificado pelas características do solo, adubação, clima e outros fatores ambientais.

Caracterização dos ácidos graxos

A análise da composição química do óleo do chichá por CG/EM possibilitou a verificação de 6 picos, conforme pode-se observar na figura 1.

Figura 1 – Cromatograma de íons totais de amostras de óleo de chicha.



Legenda: os números dos picos referem-se ao tempo de retenção de cada ácido graxo.

Entretanto, foi possível a identificação de 5 constituintes, de acordo com a tabela 1. Destes, 56,2% equivale a ácidos graxos insaturados, representados por (Z)-hexadec-9-enoato de metila, ou ácido palmitoleico, e (Z)-octadec-9-enoato de metila, conhecido como ácido oleico, (9Z, 12Z)-octadeca-9,12-dienoato de metila ou ácido linoleico. Tabela 2. Segundo Melo-Júnior (2008), os ácidos graxos insaturados são mais comumente encontrados em gorduras vegetais, o que vai ao encontro do resultado obtido neste estudo.

Tabela 2 – Composição química de amostras de óleo de chichá

Pico	RT	Média	Identificação
1	14.193	1,9	(Z)-hexadec-9-enoato de metila (ácido palmitoleico)
2	14.688	37,7	hexadecanoato de metila (ácido palmítico)
3	18.423	6,5	(9Z, 12Z)-octadeca-9,12-dienoato de metila (ácido linoleico)
4	18.590	47,8	(Z)-octadec-9-enoato de metila (ácido oleico)
5	18.709	1,9	ni
6	19.179	4,2	Octadecanoato de metila (ácido esteárico)

Legenda: RT – Tempo de retenção, ni – não identificado.

O ácido linoleico é considerado essencial, uma vez que a sua sintetização não é possível no organismo humano. O ácido linoleico é importante na regulação do metabolismo hormonal que inclui a síntese do colesterol (POLLONIO, 2000).

O ácido oléico é um dos ácidos graxos mais amplamente distribuído na natureza, sendo encontrado tanto em óleos e gorduras de origem animal quanto vegetal (ZAMBIAZI, 1997). Em estudo recente, foi verificado que o ácido oleico, ácido graxo com maior teor encontrado no óleo de chichá, contribui para a redução dos níveis de genes relacionados ao desenvolvimento do câncer de mama (MENENDEZ *et al.*, 2005).

Tanto o ácido oleico, quanto o ácido esteárico, ambos encontrados no óleo fixo do chichá, apresentam capacidade de reduzir o nível de LDL e elevar o nível de HDL no plasma sanguíneo, o que contribui para a redução de ataque cardíaco (LOTTENBERG, 2009).

O ácido palmítico, principal ácido graxo encontrado em óleo de palma e o que apresentou segunda maior concentração no óleo de chichá, possui baixa estabilidade quando submetido a altas temperaturas de aquecimento, desta forma, para se evitar a oxidação deste óleo, é importante evitar sua exposição à temperatura maior que 175°C (CHEN *et al.*, 2017).

Conclusão

Os teores de umidade, de lipídios, de carboidratos totais e proteínas do chichá podem variar de acordo com a região a qual é oriunda, sendo este fato justificado pelos parâmetros: característica do solo, adubação e clima, assim como, outros fatores ambientais. Além disso, o chichá pode ser considerado fonte de proteínas e excelente fonte de fibra.

O óleo de chichá apresentou alta concentração de ácido oleico, também denominado como ômega 9, ao qual seu consumo é associado a diversos benefícios para a saúde humana. Além disso, este óleo apresentou concentração considerável de ácido palmítico, devendo seu aquecimento ser controlado a fim de evitar sua oxidação.

Agradecimentos

Ao CNPq e à FAPEMIG pelo apoio financeiro desta pesquisa.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (method 920.39,C)**. Arlington: A.O.A.C., 1995, chapter 33. p. 10-12.
- CHEN, H., WANG, Y., CAO, P., LIU, Y., Effect of temperature on thermal oxidation of palmitic acid studied by combination of EPR spin trapping technique and SPME-GC-MS/MS, **Food Chemistry** (2017).
- FUJITA, L. F. F. **Caracterização química, microbiológica e farmacognóstica da polpa de coquinho-azedo (Butia capitata (Mart. Becc.) produzida em Arinos – MG**. Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Campus de Araraquara, Araraquara, 2012.
- SILVA, D. B. *et al.* Frutas do cerrado. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2001. 178 p.
- LOTTENBERG, A. M. P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**. São Paulo, 2009, vol.53 n°5
- MELO-JÚNIOR, C. A. R. **Esterificação catalítica e não-catalítica para síntese de biodiesel em reator microondas. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos)**. Departamento de Engenharia Química, Universidade Tiradentes – UNIT, 2008.
- MENENDEZ J.A., VELLON L., COLOMER R., LUPU R. Oleic acid, the main monounsaturated fatty acid of olive oil, supresses Her-2/neu(erbB-2) expression and synergistically enhances the growth inhibitory effects of trastuzumab (Herceptin™) in breast cancer cells with Her-2/neu oncogene amplification. **Annals of Oncology**, 16 (3) (2005), pp. 359–371.
- POLLONIO, M. A. R. Alimentos funcionais: as recentes tendencias e os aspectos de segurança envolvidos no consumo. **Higiene Alimentar**, Sao Paulo, v. 14, n. 74, p. 26-31, jul. 2000.
- ROCHA, M. S.; *et al.* .Caracterização físico-química e atividade antioxidante (in vitro) de frutos do cerrado piauiense. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 4, p. 933-941, 2013.
- SILVA, A. G. M. **Caracterização bioquímica de amêndoas cruas e torradas de chichá (Sterculia striata A. St. Hill & Naudin)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás-Goiânia, 2009.
- SILVA, A. G. M; FERNANDES, K. F. Composição química e antinutrientes presentes nas amêndoas cruas e torradas de chicha (Sterculia striata A. St. Hill & Naudin). **Rev. Nutr., Campinas**, 24(2):305-314, mar./abr., 2011.
- VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74, 3583–3597.
- ZAMBIAZI, R. **The role of endogenous lipid components on vegetable oil stability. 1997. 304 f. Departamento de alimentos e nutrição**, University of Manitoba – Canadá, 1997, 304p (Tese de doutorado).

Capítulo 52

Caracterização de biscoitos tipo cookie elaborados com farinha de batata doce

Carla Beatriz Silva*¹; Karolina Soares da Silva¹; Breno Soares da Silva¹, Gabriel Sthefano Lourenço Pereira¹, Mariuze Loyanny Pereira Oliveira², Claudia Regina Vieira*³

Resumo

A utilização de farinhas alternativas no desenvolvimento de novos produtos é uma alternativa crescente nas indústrias de alimentos, especialmente em produtos de panificação como os biscoitos. Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver duas formulações de biscoito tipo *cookie* utilizando farinha de batata doce (FBD) em substituição parcial a farinha de trigo. Foram desenvolvidas três formulações, a formulação padrão onde não houve a substituição da farinha de trigo, e duas formulações com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de batata doce com 20 % e 30% de substituição. Os *cookies* produzidos foram avaliados quanto à composição química, por meio de análises tecnológicas e centesimais. A composição química mostrou que os biscoitos da formulação padrão apresentaram maiores valores de umidade e proteínas, em comparação com as formulações contendo farinha de batata doce. Quanto aos parâmetros carboidrato, a formulação 20 % FBD apresentou maior valor e a formulação 30 % de farinha de batata doce maior teor de lipídeos. Com a realização do presente trabalho pode-se notar de *cookies* de batata doce são uma opção de novos produtos, com maior valor nutricional, atendendo a demanda dos consumidores por produtos com apelo saudável.

Palavras-chave: Avaliação tecnológica. Composição centesimal. Cor. *Ipomea batatas*.

Introdução

O biscoito, que também é chamado de bolacha, é um produto obtido pelo amassamento e forneamento adequado de massas preparadas com farinhas, amidos e féculas; fermentadas ou não (VIEIRA *et al.*, 2010).

¹Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

²Técnica Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³Professora Adjunto IV do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: carlabeatriz.silva@outlook.com

Os biscoitos ou *cookies*, como são denominados nos Estados Unidos, são produtos consumidos e aceitos por pessoas de todas as idades e classes sociais, o que viabiliza uma grande produção e ampla distribuição. Ainda que não seja um alimento básico como os pães, os biscoitos têm grande aceitação e conseqüentemente são produzidos em grande escala, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial desse alimento (DE MORAIS *et al.*, 2010). Os *cookies* na maioria das suas formulações apresentam baixo valor nutricional, são produtos aceitos e consumidos devido às características sensoriais agradáveis que estes apresentam e não por aspectos nutricionais (MAKINO *et al.*, 2017).

Entretanto com o aumento da procura dos consumidores por produtos com maior apelo nutricional, as formulações de *cookie* estão sendo modificadas a fim de que se tornem mais atrativas para esse público que busca por saudabilidade (MAKINO *et al.*, 2017).

Devido essa demanda, são cada vez mais frequentes as pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de produtos, como os *cookies* que possuam maior valor nutricional e qualidade tecnológica (SCHERER *et al.*, 2018).

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é um alimento alternativo e ainda atua como matéria prima para a indústria de alimentos, sendo boas fontes de carotenoides, vitaminas do complexo B, potássio, ferro e cálcio (MAKINO *et al.*, 2017). O uso da farinha de batata doce além de contribuir para um aumento do valor nutricional dos cookies em virtude dos minerais e vitaminas presentes, essa substituição se apresenta ainda como uma maneira de oferecer uma redução da dependência externa do trigo. Visto que a produção interna é inferior ao consumo necessitando de importação. Sendo ainda fonte de carotenoides (SILVA, 2010).

Material e métodos

O material experimental utilizado neste estudo, farinha de batata doce (FBD), bem como os demais ingredientes utilizados para formulação dos biscoitos foram adquiridos no comércio local de Montes Claros (MG).

Foram preparadas três formulações, em duplicata cada, de biscoito tipo *cookie*. As formulações, seus respectivos ingredientes bem como as quantidades utilizadas são descritos na tabela 1.

As farinhas foram pesadas separadamente, bem como os demais ingredientes. Em seguida, todos os ingredientes foram misturados em batedeira planetária em velocidade média até a formação de uma massa homogênea.

Tabela 1. – Ingredientes da massa alimentícia incorporada com 0%, 20 % e 30% de farinha de batata doce.

Ingredientes	0% FBD	20% FDB	30% FDB
Farinha de trigo	100 g	80 g	70 g
Farinha de batata doce	0g	20 g	30 g
Açúcar refinado	34,48g	34,48g	34,48g
Ovos	30g	30g	30g
Gordura (margarina)	20g	20g	20g
Canela	1,72g	1,72g	1,72g
Fermento biológico	1,72g	1,72g	1,72g
Sal	0,70g	0,70g	0,70g
Particulado (batata doce)	20g	20g	20g

Fonte: Dos autores, 2019

Legenda: *0%FBD: controle sem adição de farinha de batata doce; 20%FBD: adição de 30% de farinha de batata doce; 30%FBD: adição de 30% de farinha de batata doce.

Após a mistura, a massa foi aberta manualmente com auxílio de rolo para massa e cortada com forma circular ($\varnothing = 50$ mm) para biscoitos e dispostos em forma farrada com papel manteiga. Os biscoitos foram forneados por 15 minutos à 150°C. Após o resfriamento, os *cookies* foram submetidos às análises físico-químicas e tecnológicas.

A composição centesimal dos biscoitos foi determinada em triplicata segundo metodologia descrita pela AOAC (2011) quanto ao teor de umidade, proteínas totais (fator de conversão de nitrogênio universal de 6,25) e cinzas. A determinação da fração lipídica total foi determinada por metodologia de Bligh e Dyer (1959).

O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença percentual, subtraindo-se do total a soma de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos. O valor energético dos produtos foi calculado com base nos valores de lipídios, proteínas e carboidratos, que fornecem 9, 4 e 4 kcal/g, respectivamente.

Para a avaliação tecnológica dos biscoitos foram determinados o volume específico (cm^3/g) pela relação entre o volume aparente (volume do biscoito pelo deslocamento de painço) e a massa dos biscoitos após o forneamento, a perda de massa (g) através da diferença da massa do biscoito antes e após o forneamento e o fator de expansão, pela razão entre o diâmetro e a espessura dos biscoitos após o forneamento (AACC, 1995). Todas medições foram realizadas em cinco biscoitos de cada repetição das formulações.

A coloração dos biscoitos foi medida em um Colorímetro Konica Minolta portátil com sistema CIELAB definido pelas coordenadas L* (luminosidade) que variam entre zero (preto) e 100 (branco),

a* (coordenada +a* vermelho/-a* verde) e b* (coordenada +b* amarelo/-b* azul), calibrado em superfície de porcelana branca, efetuando-se leituras em doze biscoitos diferentes (seis de cada repetição das formulações).

Os dados foram avaliados estatisticamente através do software R, utilizando delineamento inteiramente casualizado (DIC) pela Análise de Variância (ANOVA) e os resultados para os quais foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,05$), foram analisados pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5 %.

Resultados e discussão

Os resultados da composição centesimal dos biscoitos estão apresentados na Tabela 2. A umidade da amostra padrão e com 20 % de substituição não apresentaram diferença significativa, assim como a amostra de 30 % com a formulação de 20 %. A formulação padrão Vieira *et al.* (2010) ao avaliar a composição de biscoitos com substituição de 15% de fécula de mandioca notaram diminuição dos teores de proteína, bem como no presente trabalho onde os teores de proteína apresentaram diferença significativa entre as amostras, sendo o maior teor na formulação padrão. Céron *et al.* (2011), no entanto, conseguiram considerável aumento no teor de proteínas na elaboração de pães com 30% de farinha de batata.

Tabela 2 – Composição centesimal e valor energético dos biscoitos

	0%FBD ¹	20%FBD ¹	30%FBD ¹
Umidade (%)	9,40 ± 0,64 a	8,18 ± 0,78 ab	7,73 ± 0,28 b
Proteínas (%) ²	8,68 ± 0,02 a	7,51 ± 0,14 b	7,15 ± 0,03 c
Lipídeos (%) ²	13,37 ± 0,91 a	14,29 ± 0,89 a	14,13 ± 0,59 a
Cinzas (%) ²	1,24 ± 0,03 c	1,72 ± 0,01 b	1,91 ± 0,05 a
Carboidratos (%) ³	67,31	68,30	69,08
Valor energético (kcal/g) ⁴	424,29	431,85	432,09

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ FBD: farinha de batata doce; ² Resultados em base úmida; ³ Calculados por diferença: 100 - %umidade - % proteínas - % lipídeos - % cinzas); ⁴ Valor energético = 9 x lipídeos (%) + 4 x proteínas (%) + 4 x carboidratos(%).

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os teores de lipídeos se mantiveram iguais em todas amostras analisadas. Makino *et al.* (2017) obtiveram valores muito superiores em biscoitos com farinha de batata doce e arroz, iguais a 25,39 % e 26,16 % para os sabores chocolate e maçã com canela, respectivamente. As diferenças nas

formulações nesses estudos, pode ter acarretado nessas variações. Em um estudo realizado por De Moraes *et al.* (2010), em biscoitos tipo *cookie* com variações no teor de lipídios e açúcar, foi observado valores de lipídios semelhantes aos encontrados no presente trabalho, variando entre 14,51 a 22,35 % de lipídios.

Observa-se que os valores de cinzas aumentaram consideravelmente com a substituição da farinha de trigo pela farinha de batata doce. O aumento desse resíduo inorgânico promove maior fornecimento de minerais na dieta, com apelo nutricional importante para esse tipo de produto. Vieira *et al.* (2010) ao avaliar a composição de biscoitos com substituição de 15 % de fécula de mandioca, não obtiveram incremento no teor de cinzas, sendo igual ao preparado somente com farinha de trigo.

Os valores para carboidratos e valor energético variaram de 68,30 a 69,08 % e de 431,85 a 432,09 kcal/g nos biscoitos elaborados com FBD, respectivamente. Makino *et al.* (2017) tiveram resultados que variaram de 56,65 a 57,07 % e 430,32 a 478,25 kcal de carboidratos e valor energético para biscoitos com farinha de batata doce, respectivamente, valores esses próximos ao deste trabalho.

Segundo Céron *et al.* (2011), a utilização de batata em produtos, como pães, pode ser uma boa alternativa para produtores dessa tuberosa aumentando o valor agregado ao seu produto. O mesmo pode ser relacionado a batata doce, fazendo com que biscoitos elaborados com a farinha desse vegetal se apresente como boa alternativa para cooperativas na agricultura familiar, podendo aumentar a renda desse público expressivo no Norte de Minas Gerais.

Os resultados da avaliação tecnológica dos biscoitos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Análise tecnológica dos biscoitos

	0%FBD ¹	20%FBD ¹	30%FBD ¹
VE (cm ³ /g) ²	1,60 ± 0,13 b	1,43 ± 0,18 c	1,83 ± 0,12 a
PM (g) ³	1,97 ± 0,13 a	1,85 ± 0,17 a	1,81 ± 0,16 a
FE ⁴	6,13 ± 0,28 b	6,95 ± 0,53 a	7,22 ± 0,47 a
L* ⁵	63,19 ± 0,91 a	28,47 ± 0,89 b	25,88 ± 0,46 c
a* ⁶	1,58 ± 0,14 c	10,89 ± 0,79 a	8,22 ± 0,44 b
b* ⁷	29,60 ± 0,69 a	6,52 ± 0,58 b	4,68 ± 0,32 c

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ FBD: farinha de batata doce; ² VE: volume específico; ³ PE: perda de massa; ⁴ FE: fator de expansão; ⁵ Luminosidade (brilho ou claridade; 0: preto e 100: branco); ⁶ Coordenada +a* vermelho/-a* verde;; ⁷ Coordenada +b* amarelo/-b* azul.

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

O volume específico dos biscoitos diminuiu com 20 % e aumentou com a adição de 30 %. O mesmo comportamento foi observado por Clerici, Oliveira e Nabeshima (2013) ao elaborar *cookies* substituindo parcialmente a farinha de trigo pela farinha desengordurada de gergelim. Os autores obtiveram para esse produto, valor de 1,13 cm³/g, valor inferior ao aqui apresentado.

Não houve variação em relação à perda de massa, demonstrando que a adição de farinha de batata doce não interferiu nesse parâmetro. No entanto, o fator de expansão aumentou consideravelmente com a adição de FBD, sendo este um fator de qualidade importante na produção de biscoitos, pois representa lucro na sua produção. Bick, Fogaça e Storck (2014), elaboraram biscoitos com diferentes concentrações de farinha de quinoa em substituição parcial à farinha de trigo e encontraram valores para o fator de expansão que variaram de 4,18 a 4,82 que foram inferiores aos do presente estudo.

Em relação a cor, observa-se que a luminosidade dos biscoitos diminuíram significativamente com a adição da FBD. Este resultado era esperado, uma vez que a FBD apresenta-se mais escura que a farinha de trigo, interferindo na coloração dos biscoitos. Segundo Silva (2010) o amido é um dos componentes principais da batata doce, bem como os açúcares simples como sacarose, glicose, frutose, maltose. A presença desses açúcares em maior quantidade em relação a farinha de trigo e do seu maior teor de carotenoides contribuíram para coloração mais escura dos cookies com substituição parcial da farinha de trigo, devido as reações de Maillard e caramelização.

Nota-se que as coordenadas a* e b* foram estatisticamente diferentes, sendo que a adição de 30 % de FBD reduziu a intensidade da cor vermelha quando comparada a com 15 % de FBD, bem como a cor amarela. A coloração da batata doce é influenciada pela presença de carotenoides, o que explica essa alteração no valor dessa coordenadas, quando comparadas ao padrão (MURADIAN, 1991).

Conclusão

Por meio da realização do trabalho, os biscoitos tipo cookie desenvolvidos com farinha de batata doce apresentaram-se como uma boa opção de um produto com maior valor agregado e maior apelo nutricional, quando comparadas com formulações convencionais. Constatando uma alternativa para desenvolvimento de novos produtos.

Referências

- AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of American Association of Cereal Chemists**, 9. ed., v. 1 e 2 St. Paul: Approved Methods Committee, 1995.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed. 4 rev. Gaithersburg: AOAC, 2011. 1505p.
- BICK, M. A.; FOGAÇA, A. O.; STORCK, C. R. Biscoitos com diferentes concentrações de farinha de quinoa em substituição parcial à farinha de trigo. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 121-129, 2014.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911 – 917, 1959.
- CERÓN, A. F. *et al.* Estudio de la formulación de la harina de papa de la variedad parda pastusa (*Solanum tuberosum*) como substitute parcial de la harina del trigo en panadéria. **Biotecnología en en Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v. 9, n. 1, p. 105 – 111, 2011.
- CLERICI, M. T. P. S.; OLIVEIRA, M. E.; NABESHIMA, E. H. Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 16, n. 2, p. 139 – 146, 2013.
- DE MORAES, K. S. *et al.* Avaliação tecnológica de biscoitos tipo cookie com variações nos teores de lipídio e de açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. Supl 1, p. 233-242, 2010.
- MAKINO, A. V. *et al.* Biscoitos do tipo cookie “kekse” desenvolvidos à base de batata-doce. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 13, n. 1, p. 73-89, 2017.
- MURADIAN, L. B. A. **Carotenóides da batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam.) e sua relação com a cor das raízes**. 1991. 97 f. Tese de doutorado (Pós-graduação em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- SCHERER, G. C. R. S. *et al.* Elaboração e análise descritiva e de aceitabilidade de biscoitos tipo cookies de soja e quinoa com e sem glúten. **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**, v. 4, n. 1, p. 66-69, 2018.
- SILVA, G. V. **Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação**. 2010. 71 f. Tese de mestrado (Pós-graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, 2010.
- VIEIRA, J. C. *et al.* Qualidade física e sensorial de biscoitos doces com fécula de mandioca. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p. 2574-2579, 2010.

Capítulo 53

Análise sensorial e físico-química de doce de Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) do comércio local de Diamantina-MG

Irene Andressa*¹; Thaís Inês Marques de Souza²; Lívia Alves Barroso²; Anne Caroline Mendes Oliveira²; Tatiane Nunes Amaral³

Resumo

O pequi é uma planta alimentícia não convencional que é muito consumida pela população do cerrado brasileiro. A utilização do pequi em doces e sobremesas é uma alternativa viável de consumo do mesmo no período entressafra e também uma forma de agregar valor ao fruto e de fonte de renda para quem o tem disponível. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas e sensoriais de doce de pequi em pasta e em barra do comércio local da cidade de Diamantina-MG. As amostras diferiram entre si quanto aos parâmetros físico-químicos e apresentaram pH e teor de sólidos solúveis fora dos padrões estabelecidos pela legislação. Ambas as amostras tiveram boa aceitação sensorial e de intenção de compras com médias superiores a 7 (equivalente ao “gostei moderadamente”) e a 4 (equivalente a “certamente compraria”) respectivamente. Desta forma, a utilização do pequi em doces representa uma alternativa viável de consumo do mesmo sendo necessário atentar para as exigências da legislação para que possa oferecer produtos de alta qualidade.

Palavras-chave: Fruto do cerrado. Produto comercial. Qualidade. Tecnologia de vegetais.

Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro e se faz presente nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão e Distrito Federal. Além disso, destaca-se principalmente por possuir uma grande quantidade de solos e uma rica diversidade de plantas e animais. Suas espécies vegetais tem um grande valor econômico e nutricional agregado o que promove a geração de renda em comunidades rurais e desenvolvimento de estudos e pesquisas (CARRAZZA, ÁVILA, 2010; RIBEIRO, 2011).

¹Discente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

²Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

³Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Dentre os frutos do Cerrado encontra-se o Pequi, fruto do pequizeiro, árvore alta típica do cerrado que atinge cerca de 10 metros de altura e tem um ciclo de vida de aproximadamente 50 anos (CARRAZZA, ÁVILA, 2010).

Tanto a polpa como a amêndoa do pequi, são ricas em ácidos graxos insaturados, sendo os mais abundantes o ácido oleico e o talamínico (LIMA *et al.*, 2007; RIBEIRO, 2011). Além de uma elevada taxa de carotenoides na polpa que contribui fortemente na obtenção da sua coloração característica. Porém, de acordo com o estudo realizado por Ribeiro (2011) com frutos de diferentes regiões do cerrado, revelaram que existem diferenças bastante significativas entre os teores de carotenoides de acordo com a região de cultivo.

Por se tratar de uma espécie silvestre comestível, o pequi se enquadra no grupo das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), que são definidas como espécies de plantas exóticas, espontâneas, silvestres ou domesticadas cujo consumo abrange somente uma parcela da população (KINUPP, LORENZI, 2014).

O Pequi faz parte da base da cultura alimentar de diversas regiões do país e compõe receitas tradicionais como o arroz com pequi, galinha com pequi, pamonha com polpa de pequi, licores, doces e uma vasta gama de outros pratos que variam de acordo com cada região. A aplicação do Pequi em doces, é uma forma para tornar o fruto mais conhecido além de ser uma fonte de renda por pessoas que o tem disponível. Além disso, é também mais uma forma de consumo de derivados da fruta no período entressafra. Não é muito difundido o uso do pequi em doces e sobremesas, porém é uma alternativa viável para que o fruto seja conhecido em outros pontos da culinária nacional.

Neste cenário, o presente trabalho teve por objetivo avaliar as características físico-químicas e sensoriais (aceitação e intenção de compra) de doce de pequi em barra e em pasta comercializados na cidade de Diamantina-MG.

Material e métodos

Material

Os doces de pequi, em corte e em pasta, foram adquiridos no mercado local de Diamantina (MG). As análises físico-químicas e sensoriais foram realizadas no Laboratório de Matérias-Primas Alimentícias e no Laboratório de Tecnologia do Leite e Derivados, respectivamente, ambos do Instituto de Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, Campus Diamantina. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Metodologia

Análise colorimétrica

A colorimetria foi realizada por meio de um colorímetro da marca Konica Minolta modelo CM-5 com abertura de leitura de 30 mm. Para isso, foi utilizado as seguintes definições: iluminante D65, ângulo de 10° para o observador, componente especular incluída e sistema de leitura CIELAB definido por L*, a*, b*, a coordenada L* corresponde à luminosidade que varia de 0 a 100 (escuro ao claro), a* e b* referem-se às coordenadas de cromaticidade verde (-) /vermelho (+) e azul (-) / amarelo (+), respectivamente.

Análises físico-químicas

A atividade de água foi determinada com a utilização do Analisador de Atividade de Água por Ponto de Orvalho (Aqualab modelo 4TE). O pH foi determinado com o uso do pHmetro de bancada (TecnoPON) previamente calibrado e os sólidos solúveis foram obtidos por refratometria com o auxílio de um refratômetro de bancada. Ambas as análises foram executadas conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (2008).

Análise sensorial

A equipe de provadores foi formada por 100 voluntários e composta por alunos, técnicos e professores da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri convidados a participar da pesquisa de forma aleatória (provadores não treinados). Todas as análises ocorreram mediante a apresentação aleatória de duas amostras de doce de pequi (em pasta e em barra) devidamente codificadas com 3 dígitos distintos e uma única ficha de avaliação. Esta análise foi aplicada conforme metodologia descrita por Faria (2002) e precedida pelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) número: 89302718.7.0000.5108.

Foi aplicado o teste de aceitação por escala hedônica estruturada de nove pontos que variou de gostei muitíssimo (pontuação máxima) a desgostei muitíssimo (pontuação mínima) a respeito de todas as características sensoriais do produto, sendo estes: cor, aroma, consistência, sabor e aceitação global.

Por fim, foi realizado o teste de intenção de compra por meio de escala estruturada de cinco pontos, sendo composta por 5 “certamente compraria”, 4 “certamente compraria”, 3 “talvez compraria/ talvez não compraria”, 2 “possivelmente não compraria”, 1 “certamente não compraria”.

Análise estatística

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e teste de t-student a 5% de significância com o auxílio do software Sisvar versão 5.7.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos para as análises colorimétricas estão apresentados na Tabela 2. As amostras de doce de pequi em pasta e em barra apresentam diferença significativa com relação aos parâmetros L* e a*.

Tabela 1 - Resultados colorimétricos do doce de Pequi comercializado em Diamantina, MG.

Parâmetros	Amostra	
	Pasta	Barra
L*	50,62±0,20 ^a	62,89±0,25 ^b
a*	12,77±0,13 ^a	10,29±0,30 ^b
b*	38,35±0,20 ^a	38,67±0,61 ^b

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste t-student a 5% de probabilidade.

O doce em pasta apresentou valor de L* inferior ao doce em barra, o que indica escurecimento. Entretanto, esperava-se que o resultado fosse justamente o oposto, visto que o doce em barra necessita de maior tempo de cocção, o que ocasiona mais reações de caramelização e conseqüentemente diminuição do valor de L*.

Em relação ao parâmetro a*, o doce em barra apresentou um menor valor demonstrando uma menor tendência à coloração avermelhada quando comparado ao produto em pasta.

As amostras se mostraram iguais para o parâmetro b*, relacionado com a saturação da cor. Pode verificar que ambas as amostras demonstraram uma tendência à coloração amarela, característica esperada em virtude da coloração natural do fruto que segundo Ribeiro (2011) é devido ao seu alto teor de carotenoides. No entanto, segundo Ambrósio *et al.* (2006) fatores como estocagem

do fruto, tempo de cocção, aquecimento e exposição a luz contribuem para a diminuição do teor de carotenoides de um produto.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados físico-químicos dos doces. Pode verificar que as amostras se exibiram estatisticamente diferentes para todos os parâmetros avaliados.

Tabela 2. Resultados físico-químicos do doce de Pequi comercializado em Diamantina, MG.

Parâmetros	Amostra	
	Pasta	Barra
Ph	6,51±0,01 ^a	6,54±0,01 ^b
Sólidos solúveis (°Brix)	48,4±0,36 ^a	74,8±0,61 ^b
Atividade de água	0,82±0,02 ^b	0,75±0,03 ^a

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste t-student a 5% de probabilidade.

O pH do doce em pasta apresentou um valor menor do que o doce em barra. Comparando os resultados encontrados com o valor de pH estabelecido pelo Regulamento Técnico da Resolução de Diretoria Colegiada - RDC N°. 272, de 22 de Setembro de 2005, da ANVISA, observa-se que as duas amostras apresentam pH acima do máximo permitido pela Legislação (4,5) o que pode comprometer a vida de prateleira e a qualidade sensorial do produto (BRASIL, 2005).

Já o teor de sólidos solúveis representa uma barreira de suma importância na conservação dos alimentos por proporcionar a redução da atividade de água e inibir a ação microbiana (RESENDE *et al.*,2010). A Legislação brasileira estabelece que os doces cremosos não devem apresentar teor de sólidos solúveis inferior a 55 °Brix e 65 °Brix para os doces de corte. Sendo assim, o doce de pequi em pasta apresentou teor de sólidos solúveis inferior ao estabelecido pela Legislação o que pode interferir na sua conservação e em suas características sensoriais.

Com relação a atividade de água o doce em pasta apresentou um teor menor do que o doce cremoso. Este comportamento era esperado devido ao doce em corte necessitar de uma maior quantidade de açúcar para obtenção das suas propriedades tecnológicas que, conseqüentemente, irá contribuir para a redução da atividade de água do produto. Valores semelhantes foram encontrados por Schlabit (2010) em doces em pasta caseiros.

Os resultados da aceitação sensorial estão exibidos na Tabela 3. Não houve diferenças significativas entre as amostras e ambas apresentaram notas médias superior a 7 (equivalente ao “gostei moderadamente”) o que implica que tanto o doce em pasta quanto o doce cremoso apresentaram uma boa aceitação por parte dos consumidores.

Tabela 3 - Resultados da análise sensorial de aceitação do doce de Pequi comercializado em Diamantina, MG.

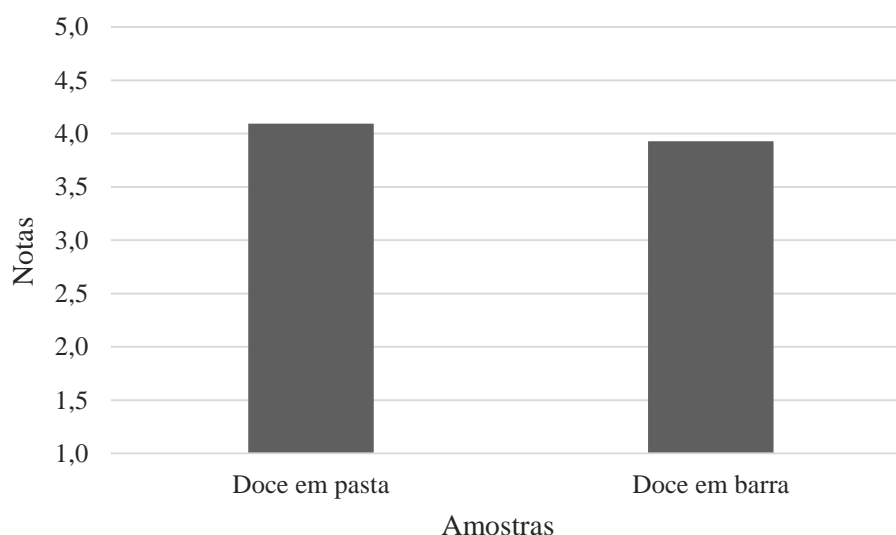
Atributos	Amostra	
	Pasta	Barra
Cor	7,48±0,52 ^a	7,46±0,51 ^a
Aroma	7,51±0,63 ^a	7,25±0,60 ^a
Consistência	7,74±0,51 ^a	7,93±0,49 ^a
Sabor	7,65±0,80 ^a	7,25±0,67 ^a
Impressão global	7,68±0,90 ^a	7,42±0,92 ^a

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste t-student a 5% de probabilidade.

Para complementar os dados da aceitação, os resultados da intenção de compra expressos na Figura 1 demonstram uma boa intenção de compras para o produto. Pode observar que ambos os doces apresentaram notas médias tendendo a nota 4, equivalente a “certamente compraria”.

Figura 1 - Gráfico da intenção de compras para os doces de pequi comerciais.



Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusão

Diante do exposto conclui-se que o pH e o teor de sólidos solúveis são de suma importância para a conservação do doce de pequi. Entretanto, as amostras analisadas apresentaram valores fora

do padrão estabelecido pela legislação, comprometendo assim as características do produto e a sua vida de prateleira do produto.

A utilização do pequi em doces e sobremesas ainda não é muito difundida. Entretanto, através da análise sensorial realizada pode-se afirmar que o doce de pequi em corte e em pasta apresentaram boa aceitação sensorial e de intenção de compra. Sendo assim, a utilização do pequi em doces representa uma alternativa viável de consumo do mesmo.

Referências

- ALCANTARA, M; FREITAS-SÁ, D. G. C. Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis – uma atualidade na ciência sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. 1-12, 2018.
- AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenoides como alternativa contra hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.19, p.233-243, 2006.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC, n 272, de 22 de Setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 23 de Setembro de 2005. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>. Acesso em: 04 jun. de 2019.
- CAPITANI, C. D. *et al.* Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de concervação com polissacarídeo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n. 11, p.1123-1128, nov. 2005.
- CARRAZZA, L. R.; ÁVILA, J. C. C. Aproveitamento Integral do fruto do Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). 2. ed. Brasília: **Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN)**, 2010. Disponível em: http://www.ispn.org.br/arquivos/Mont_pequi082.pdf . Acesso em: 10 de jun. de 2019.
- FARIA, E. V. de; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas-SP: ED. ITAL, 2002.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos e físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo, 2008. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf?attach=true. Acesso em: 10 de jun. de 2019.
- LIMA, A.; SILVA, A. M. O. S.; TRINDADE, R. A. T.; TORRES, R. P. MANCINI-FILHO. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, p.695-698, 2007.
- RESENDE, J. T. V. de *et al.* Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 185-189, 2010
- RIBEIRO, D. M. Propriedades químicas, físicas e bioquímicas do Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de diferentes regiões do Cerrado. 2011. Dissertação (mestrado em nutrição humana) – **Departamento de Nutrição, Universidade de Brasília**. Brasília, 2011 Disponível em: http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9962/1/2011_DeboraMeloRibeiro.pdf. Acesso em: 10 de jun. de 2019.
- KINUPP, V.F; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. Nova Odessa, SP: Ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.
- SCHLABITZ, C. Estudo da vida de prateleira de doces em massa caseiros. 2010. Monografia (Graduação em Química Industrial) – **Centro Universitário Univates**, Lajeado, 2010. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/469/1/2010ClaudiaSchlabitz.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

Capítulo 54

Análise de textura e de parâmetros químicos de lombo defumado utilizando sal refinado e sal refinado light em sódio

Maíra Valquielly Fernandes Ribeiro ^{*1}; Irene Andressa ²; Monalisa Pereira Dutra Andrade ³;

Resumo

O objetivo do presente estudo foi comparar o perfil de textura e alguns parâmetros químicos de qualidade de duas formulações de lombo defumado, uma com sal refinado e outra com sal refinado light (50% de redução de sódio). Para isso, foram elaboradas duas formulações de lombo defumado variando apenas a concentração de sódio e analisadas a atividade de água, pH, acidez titulável e perfil de textura (TPA). Não houve diferença significativa ($P < 0,05$) para o pH, acidez titulável, mastigabilidade e coesividade. No entanto, os resultados obtidos para atividade de água, dureza e adesividade apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$). Através dos resultados obtidos foi possível concluir que o lombo defumado com sal refinado light em sódio apresentou uma textura mais macia e menos adesiva que o lombo com sal refinado. Com relação à diferença encontrada para os valores de atividade de água é possível afirmar que nas mesmas condições de armazenamento, o lombo com sal refinado light em sódio apresentará menor vida de prateleira que o lombo com sal refinado.

Palavras-chave: Fumaça líquida. Cloreto de sódio. Carne suína

Introdução

A Instrução Normativa nº 21, de 31 de julho de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) define Lombo, seguido da especificação que couber, o produto cárneo industrializado obtido do corte da região lombar dos suínos, ovinos e caprinos, adicionado de ingredientes e submetido ao processo tecnológico adequado. O mesmo regulamento técnico define Lombo Curado Dessecado como o produto obtido a partir do corte de carcaças denominado de lombo,

¹Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia/Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) *mairafernandescap@hotmail.com

²Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia/Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

³Docente do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia/Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

adicionado de sais de cura e ingredientes, embutido ou não, e submetido ao processo tecnológico adequado, defumado ou não (BRASIL, 2000).

A defumação é muito utilizada nos dias atuais como forma de aumentar a vida de prateleira e de agregar valor aos produtos cárneos e a defumação líquida está sendo muito utilizada pela indústria de processamento de produtos cárneos, por oferecer aplicações mais flexíveis com relação à defumação tradicional. Além de conferir cor, aroma e sabor agradáveis aos produtos, retarda o crescimento microbiano e a oxidação das gorduras e não há presença de compostos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) indesejáveis, como por exemplo, o benzopireno que possui capacidade cancerígena. Sendo assim essa técnica favorece a conservação da qualidade e a segurança dos alimentos (FERREIRA, 2017).

O cloreto de sódio é um ingrediente muito utilizado em produtos cárneos, uma vez que contribui para a conservação, devido à redução da atividade de água, conseqüentemente, inibindo o crescimento microbiano e retardando os conseqüentes processos de deterioração, entretanto altas concentrações de sódio pode ocasionar sérios problemas à saúde humana, como aumento da pressão arterial e pode representar um fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (GALVÃO, 2016;).

Atualmente os consumidores estão cada vez mais preocupados com a saúde, assim tendo uma forte tendência no consumo de alimentos saudáveis. A fim de atender às exigências dos consumidores as indústrias buscam disponibilizar no mercado produtos com apelo de redução ou substituição de ingredientes que causem efeitos deletérios para saúde (PINHEIRO; et al, 2015).

O objetivo do presente estudo foi comparar o perfil de textura e alguns parâmetros químicos de qualidade de duas formulações de lombo defumado, uma com sal refinado e outra com sal refinado light (50% de redução de sódio).

Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Carnes e Derivados e de Matérias primas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina, Minas Gerais.

Foram utilizados lombos suínos congelados (-18°C), adquiridos no comércio local da cidade de Diamantina-MG. A carne foi descongelada em incubadora BOD à temperatura de 5°C por 24 horas. Após o descongelamento, foram adicionados os ingredientes (sal e açúcar) e os aditivos (fumaça líquida, ácido ascórbico e nitrito), conforme a formulação descrita na Tabela 1.

Tabela 1- Formulação do lombo defumado com sal refinado e sal refinado light em sódio

Matéria-prima, ingredientes e aditivos	Sal refinado	Sal refinado light em sódio
	(%)	(%)
Lombo	95,88	95,88
Fosfato	0,5	0,5
Ácido ascórbico	0,5	0,5
Sal light (50% de redução de sódio)	1,37	-
Sal refinado (cloreto de sódio)	-	1,37
Nitrito	0,0015	0,0015
Açúcar (sacarose)	1	1
Alho em pó	0,5	0,5
Pimenta do reino	0,1	0,1
Fumaça líquida	0,15	0,15

Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Os ingredientes e aditivos foram distribuídos uniformemente por todo lombo suíno. Em seguida, foram submetidos à etapa de cura que durou 24 horas à temperatura de refrigeração (5°C). Os lombos curados foram então levados para estufa (Sterilifer – SX 1.3 AS) à temperatura de 75-80°C para realização do processo de secagem. O produto foi retirado da estufa quando a temperatura no ponto frio dos lombos atingiu 72°C, sendo resfriado à temperatura ambiente (25°C), embalado à vácuo e armazenado em câmeras frias à temperatura de 5°C.

Para as duas formulações de lombo defumado elaboradas variando apenas a concentração de sódio utilizada em cada tratamento foram analisados o pH, a umidade, a atividade de água, a acidez titulável e perfil de textura (TPA), sendo que todas as medições realizadas em triplicata. A análise de pH foi feita utilizando o pHmetro (MS TECNOPON, mPA210) com inserção do eletrodo de penetração diretamente na amostra. A umidade foi realizada em estufa à 105°C até peso constante. Para a análise de atividade de água (aw), foi utilizado o AquaLab modelo CX2 (DecagonDevices Inc). Para a acidez titulável, cinco gramas da amostra foram pesados e transferidos para um erlenmeyer de 125 mL com o auxílio de 50 mL de água destilada. Posteriormente, foram adicionadas cinco gotas da solução etanólica de fenolftaleína a 1 g% e realizada a titulação com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 mol.L⁻¹, até o aparecimento de coloração rósea. A análise do perfil de textura foi realizada utilizando texturômetro (Stable Micro Systems, TA. XTExpress).

Após realização de todas as análises, todos os dados obtidos foram avaliados utilizando o programa estatístico STATISTICA 8.0 através de análise de variância (ANOVA) e para comparação das médias foi realizado o teste de Tukey com nível de significância de 5% de probabilidade do erro.

Resultados e discussão

As análises de pH, atividade de água (A_w), acidez titulável e perfil de textura do lombo defumado com sal refinado e sal refinado light em sódio estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados e desvio padrão das análises de pH, atividade de água (A_w), acidez titulável total (ATT) e perfil de textura do lombo defumado com sal refinado e sal refinado light em sódio

Análises	Sal refinado	Sal refinado light em sódio
pH	5,80 ^a ± 0,11	5,83 ^a ± 0,036
A_w	0,96 ^a ± 0,004	0,94 ^b ± 0,0004
ATT (%)	1,1 ^a ± 0,07	0,9 ^a ± 0,12
Dureza	0,0018 ^a ± 0,0002	0,0025 ^b ± 0,0001
Adesividade	-0,247 ^a ± 0,09	-0,013 ^b ± 0,007
Mastigabilidade	0,0014 ^a ± 0,0005	0,0058 ^a ± 0,004
Coabilidade	0,433 ^a ± 0,04	0,413 ^a ± 0,06
Flexibilidade	1,21 ^a ± 0,5	8,06 ^a ± 0,8

Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Não houve diferença significativa ($P < 0,05$) para o pH, acidez titulável, mastigabilidade e coabilidade. No entanto, os resultados obtidos para atividade de água, dureza, adesividade e flexibilidade apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$).

Ao estudar a redução do cloreto de sódio em salsicha, Rossi (2014) não observou diferença significativa nos resultados de pH nas formulações com 100% de cloreto de sódio e com 50% de cloreto de sódio. Da mesma forma, Pietrasik e Gaudette (2015) não encontraram diferenças de pH entre salsichas de peru elaboradas com 1,8% e 0,9% de cloreto de sódio.

Seganfredo e Rodrigues (2013), na análise de atividade de água em linguiça toscana com 20% de redução de sódio e sem redução de sódio os resultados também apresentaram diferença significativa. O sal interfere na atividade de água, uma vez que em maiores concentrações, aumenta a pressão osmótica do meio ou do alimento, inibindo a multiplicação microbiana (GALVÃO, 2016).

Oliveira (2018) também não encontrou diferença significativa ao analisar a acidez titulável de reestruturado de frango utilizando sálvia como substituto de cloreto de sódio.

Silva (2016) analisou a textura no lombo tipo canadense elaborado com diferentes teores de carne Pálida, Macia e Exudativa (PSE) e cloreto de sódio e obteve comportamento semelhante ao presente estudo, pois constatou diferença significativa na dureza dos produtos com maior concentração de cloreto de sódio. Estes resultados podem ser explicados pela maior solubilização e extração das proteínas miofibrilares em soluções salinas com maior força iônica.

Silva (2016) também encontrou comportamento semelhante ao presente estudo em que maiores concentrações de cloreto de sódio influenciaram significativamente a adesividade de lombo tipo canadense.

A adesividade pode ser definida como o trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e outras superfícies com as quais o alimento entra em contato, sendo assim, maiores valores de adesividade, quando o produto apresenta maiores teores de sódio, são esperadas e explicadas pela maior extração e solubilização proteica observada nestas condições (RAMOS; GOMIDE, 2007).

A mastigabilidade é a energia requerida para dissociar um alimento sólido até o ponto de ser engolido e é obtida em função da dureza, da coesividade e da flexibilidade (RAMOS; GOMIDE, 2007). Pietrasik e Gaudette (2015) encontraram resultados de mastigabilidade menores em salsichas de peru contendo 0,9% quando comparado às formulações contendo 1,8% de sal.

Silva (2016) não observou efeito da adição de diferentes teores de sódio nos valores de coesividade do lombo tipo canadense, da mesma forma que o presente trabalho. Os resultados de coesividade indicaram que a força das ligações internas, que determina a extensão que o alimento foi deformado antes da ruptura não foi afetada pelas alterações na concentração de sódio (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Os resultados obtidos para flexibilidade ou elasticidade das amostras foram semelhantes aos observados por Silva (2016) ao estudarem estes parâmetros de textura de lombo tipo canadense.

Conclusão

Através dos resultados obtidos no presente experimento foi possível concluir que a utilização do sal refinado light em sódio refletiu em alterações significativas na atividade de água, dureza e adesividade do lombo defumado. Sendo assim, é possível afirmar que o lombo defumado com sal refinado light em sódio apresentou uma textura mais macia e menos adesiva que o lombo com sal refinado. Com relação à diferença encontrada para os valores de atividade de água é possível afirmar que nas mesmas condições de armazenamento, o lombo com sal refinado light em sódio apresentará menor vida de prateleira que o lombo com sal refinado.

Referências

- FERREIRA, C.F.C. **Uso de defumação líquida em cortes de tambaqui colossoma macropomum (cuvier, 1818) procedente de piscicultura**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura)- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Nilton Lins, Manaus, 2017.
- GALVÃO, M.T.E.L. **Estratégias tecnológicas para redução de sódio em produtos cárneos emulsionados orientadas pela percepção do consumidor**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO Regulamento técnico de identidade e qualidade do lombo tipo canadense. Instrução normativa n.º 21, de 31 de julho de 2000.
- OLIVEIRA, C. D. **Utilização de sálvia (Salvia officinalis) como substituto de cloreto de sódio em reestruturado de frango**. Dissertação (Mestrado- Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, 2018.
- PIETRASIK, Z., GAUDETTE, N. J. The effect of salt replacers and flavor enhancer on the processing characteristics and consumer acceptance of turkey sausages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Hoboken, v. 95, p. 1845–1851, Jul. 2015.
- PINHEIRO, F.A. *et al.* Perfil de consumidores em relação à qualidade de alimentos e hábitos de compras. **Journal of Health Sciences**, v. 13, n. 2, 2015.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. D. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamento e metodologias**. Viçosa: UFV, 2007, 599p.
- ROSSI, G. M. T. **Estudo da redução do cloreto de sódio (NaCl) em embutidos de massa fina: salsicha**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro de alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.
- SEGANFREDO, D.; RODRIGUES, S. **Elaboração de linguiça toscana com teor reduzido de sódio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos). Curso Superior de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013.
- SILVA, G. P. **Lombo tipo canadense elaborado com diferentes teores de carne pse e cloreto de sódio**. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Carnes e Derivados). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2016.

Capítulo 55

Análises físico-químicas de frutos do coquinho-azedo (*Butia capitata var. capitata*) de epicarpo amarelo e roxo

Gabriel Sthefano Lourenço Pereira*¹; Mariana Gonçalves Teixeira¹; Lara Maria dos Santos Ferraz e Silva²; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira³, Juliana Pinto de Lima⁴

Resumo

O coquinho-azedo é um fruto nativo do Cerrado com intenso uso na alimentação regional na forma 'in natura' da polpa e do uso culinário do óleo de sua amêndoa. O objetivo do trabalho foi avaliar a composição proximal e a cor das polpas e amêndoas dos frutos de epicarpo amarelo e roxo do coquinho-azedo. Os frutos do coquinho-azedo amarelo foram adquiridos no comércio local de Montes Claros e o coquinho-azedo roxo foi adquirido no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG. Os parâmetros químicos de umidade, teor proteico, lipídeos, cinzas e carboidratos totais foram determinados para a polpa e amêndoa dos frutos. Em seguida, foi determinada a cor da polpa e da casca dos frutos com o auxílio de um colorímetro na escala CIE L*a*b* e determinado os índices de cor Chroma e °Hue. Os frutos apresentaram diferenças em sua composição química, com destaque para os altos teores de proteínas da polpa e amêndoa dos frutos de epicarpo roxo e elevados teores de lipídeos nos frutos de epicarpo amarelo, tanto na polpa quanto na amêndoa. Em relação à coloração, o coquinho-azedo de epicarpo amarelo se mostrou mais claro do que o de epicarpo roxo, que apresentou menor intensidade de cores na casca e na polpa.

Palavras-chave: Butiá; Cerrado; Colorimetria; Composição proximal.

Introdução

Os frutos do Cerrado brasileiro possuem sabores marcantes e peculiares, apresentando altos teores de compostos bioativos, vitaminas, proteínas e sais minerais. Neste contexto, são uma fonte em potencial para o desenvolvimento de novos produtos saudáveis (SILVA *et al.*, 2001).

¹Graduando em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

²Mestranda em Ciências dos Alimentos, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras

³Técnico-Administrativa do Laboratório de Produtos Vegetais, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

⁴Professora Adjunto, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

O uso de frutos regionais do Cerrado pode ser considerado uma alternativa para introduzir um produto regional aos mercados nacionais e internacionais (MORZELLE *et al.*, 2015). Porém, mesmo com o aumento de pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de produtos, ainda há um baixo investimento científico e exploração comercial neste bioma, dificultando a agregação de valor ao produto final devido a incompreensão de seu real valor nutricional (SILVA *et al.*, 2017).

O coquinho-azedo é uma palmeira nativa do Cerrado brasileiro se destaca pelo intenso uso de seus frutos na alimentação regional na forma ‘in natura’ da polpa, no preparo de geleias, licores, sucos e sorvetes e pela extração de óleo comestível de sua amêndoa para uso culinário (MARTINS, 2003).

Os frutos do coquinho-azedo podem se apresentar em três colorações distintas no epicarpo: amarelo, vermelho ou roxo, a partir de sua variação genética ou local onde é produzido. Baseando-se nisto, o objetivo do trabalho foi avaliar a composição proximal e a cor das polpas e amêndoas dos frutos de epicarpo amarelo e roxo do coquinho-azedo (*Butia capitata var. capitata*).

Material e métodos

Os frutos do coquinho-azedo amarelo, *in natura*, não danificados, foram adquiridos no comércio local de Montes Claros, MG, enquanto o coquinho-azedo roxo foi adquirido do pomar do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG).

Os frutos foram selecionados quanto a ausência de injúrias, manchas ou podridões, foram submetidos ao processo de sanitização em solução clorada (100 ppm/10 minutos) e tiveram seu mesocarpo removido com o auxílio de uma despulpadora automática. A polpa foi armazenada em sacos de polietileno e congeladas a -18°C. Em seguida, as sementes dos frutos, separadas na despulpadeira, foram quebradas em morsa manual e as amêndoas removidas, moídas e armazenadas sob congelamento (-18°C).

Os parâmetros químicos da polpa e da amêndoa foram realizados em cinco repetições e de acordo com os métodos preconizados pela AOAC *International* (AOAC, 2016). A umidade foi determinada pelo método gravimétrico (934.06); teor proteico pelo método de Kjeldahl (960.52); lipídeos por extração em Soxhlet (920.39) e cinzas por incineração do material em mufla (940.26). Os carboidratos totais foram calculados através da diferença, que consiste em subtrair de 100 as frações de cada parâmetro citado anteriormente. O valor energético dos produtos foi calculado com base nos valores de lipídeos, proteínas e carboidratos que fornecem 9, 4 e 4 kcal/g, respectivamente (BRASIL, 2003).

A cor foi determinada com o auxílio de um colorímetro da marca Konica Minolta Chroma modelo CR-400/410, com dezoito repetições para a casca e polpa de cada fruto, expressando os

resultados pelo sistema CIE $L^*a^*b^*$, onde a luminosidade (variável L^*) assume valores entre 0 (preto) e 100 (branco total), a variável a^* indica as tonalidades verde (-60) e vermelho (60) e a variável b^* indica as tonalidades azul (-60) e amarelo (60). A média dos parâmetros a^* e b^* foram utilizados em cálculos para a determinação dos índices de cor Chroma e $^{\circ}$ Hue, de acordo com as Equações 1 e 2, respectivamente.

$$Chroma = \sqrt{(a^2 + b^2)} \quad (1)$$

$$^{\circ}Hue = tg^{-1} \cdot b^*/a^* \quad (2)$$

Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta a composição proximal e valor calórico da polpa e amêndoa dos coquinhos-azedo amarelo e roxo. Os teores de umidade das polpas *in natura* variaram entre $86,62 \pm 0,09$ g/100g e $85,34 \pm 0,06$ g/100g para os coquinhos-azedo amarelo e roxo, respectivamente, indicando um alto teor de água presente e baixo teor de matéria-seca, ou sólidos totais ($13,38 \pm 0,09$ g/100g e $14,66 \pm 0,06$ g/100g). Em relação à umidade das amêndoas, este variou entre $27,92 \pm 0,17$ g/100g e $29,21 \pm 0,65$ g/100g, sendo um produto altamente úmido ao ser comparado com o teor de umidade de outras amêndoas como a de sapucaia (3,2g/100g), chichá (6,6g/100g) e castanha-do-gurguéia (5,3g/100g) (CARVALHO *et al.* 2008).

Os teores de cinzas da polpa se mostraram superiores ao encontrado por Faria *et al.* (2008a) para os frutos de coquinho-azedo de epicarpo vermelho. Enquanto os frutos de coloração amarelo e roxo apresentaram respectivamente $15,32 \pm 0,22$ e $14,16 \pm 0,25$ g/100g de cinzas, os frutos vermelhos apresentaram apenas 1,05g/100g. A amêndoa do coquinho roxo apresentou maior teor de cinzas ($2,89 \pm 0,10$ g/100g) em relação à amêndoa do coquinho amarelo ($1,89 \pm 0,08$ g/100g), sendo também superior em relação à castanha de caju crua (2,40 g/100g) e tostada (2,43 g/100g) (MELO *et al.*, 1998).

Em relação às proteínas, o coquinho-azedo roxo apresentou maior teor na amêndoa em relação ao coquinho amarelo ($17,49 \pm 0,59$ g/100g e $12,98 \pm 0,29$ g/100g respectivamente) e elevado teor em comparação à polpa. Entretanto, ambas amêndoas se mostraram com teor inferior ao referenciado pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2011) para amêndoa (cerca de 18,6g/100g aproximadamente) e castanha-de-caju (18,5 g/100g).

A polpa do coquinho-azedo amarelo apresentou teor lipídico de $18,16 \pm 0,44$ g/100g, superior ao encontrado na polpa do coquinho-azedo roxo ($12,51 \pm 1,07$ g/100g). As amêndoas dos frutos apresentaram alto teor lipídico ($59,58 \pm 0,79$ g/100g para o amarelo e $45,52 \pm 3,33$ para o roxo). Segundo Faria *et al.* (2008b), os lipídeos da amêndoa do coquinho-azedo possuem predominância de ácidos

graxos saturados de cadeia média, como o ácido láurico (42,10%), oleico (16,90%) e mirístico (10,50%), indicando que pode ser uma alternativa na manutenção da textura de alimentos como substituição da gordura vegetal hidrogenada, além de ser possível sua utilização no processamento industrial de alimentos e na fortificação de rações para animais. Além disso, o óleo da amêndoa apresenta propriedades adequadas para a produção de biocombustível, podendo ser utilizado em motores a diesel (VIEIRA *et al.*, 2016). Ainda se ressalta que o fruto possui prevalência de ácidos graxos insaturados (entre 62,8 e 63,8%) e elevados teores de ácido linolênico ou ômega-3 (C18:3) (3,40%), ácido graxo essencial com efeito hipocolesterolêmico (LOPES *et al.*, 2012). Por outro lado, exatamente por apresentar teores elevados de lipídeos, indica ser um produto com alta susceptibilidade ao processo de rancificação, visando a necessidade de armazenamento adequado sob condições de umidade e temperatura controladas.

Tabela 1 – Composição proximal e valor calórico para a polpa e a castanha dos coquinhos-azedo amarelo e roxo. Valores expressos em base seca.

Amostra	Coquinho-azedo amarelo		Coquinho-azedo roxo	
	Polpa	Amêndoa	Polpa	Amêndoa
Umidade (g/100g)	86,62 ± 0,09	27,92 ± 0,17	85,34 ± 0,06	29,21 ± 0,65
Matéria Seca (g/100g)	13,38 ± 0,09	72,08 ± 0,17	14,66 ± 0,06	70,79 ± 0,65
Cinzas (g/100g)	15,32 ± 0,22	1,89 ± 0,08	14,16 ± 0,25	2,89 ± 0,10
Proteínas (g/100g)	2,42 ± 0,05	12,98 ± 0,29	12,36 ± 0,48	17,49 ± 0,59
Lipídeos (g/100g)	18,16 ± 0,44	59,58 ± 0,79	12,51 ± 1,07	45,52 ± 3,33
Carboidratos (g/100g)	64,10	25,66	60,97	34,10
Valor calórico (kcal/100g)	429,52	690,78	406,00	616,04

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Valores em base seca e expressos por média ± desvio padrão.

O valor calórico da polpa de coquinho-azedo amarelo (429,52 kcal/100g) se mostrou superior em relação ao roxo (406,00 kcal/100g), tal como as amêndoas (690,78 kcal/100g para a amêndoa da variedade amarela e 616,04 kcal/100g para a variedade roxa). Isto se deve ao alto teor lipídico do produto. De acordo com a RDC n°359, de 23 de novembro de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, a Ingestão Diária Recomendada de calorias para adultos é de 2000

kcal, ou seja, um grama de amêndoa de coquinho-azedo amarelo consumido representa 34,49% da ingestão diária preconizada, indicando ser um produto alternativo para evitar a subnutrição calórica (BRASIL, 2003).

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise colorimétrica em valores de L*, Chroma e Hue. Pode-se observar uma maior luminosidade (L*) presente na casca do coquinho-azedo amarelo ($65,43 \pm 1,87$), o que indica uma casca ligeiramente mais clara que a do coquinho-azedo roxo. Já a luminosidade da polpa foi semelhante para ambos os frutos estudados.

Tabela 2 – Resultado colorimétrico para L*, Chroma e °Hue para casca e polpa dos frutos de coquinho-azedo.

Amostra		L*	Chroma	°Hue
Coquinho-azedo amarelo	Casca	$65,43 \pm 1,87$	$61,80 \pm 2,50$	$82,53 \pm 2,50$
	Polpa	$70,53 \pm 1,56$	$62,45 \pm 4,06$	$87,25 \pm 4,06$
Coquinho-azedo roxo	Casca	$58,99 \pm 5,86$	$40,50 \pm 3,96$	$69,15 \pm 3,96$
	Polpa	$70,25 \pm 1,23$	$50,20 \pm 3,57$	$74,65 \pm 3,57$

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Valores expressos por média \pm desvio padrão.

Considerando Chroma como medidor de pureza de cor (onde 0 indica uma cor cinzenta e 100 uma cor intensa), novamente o coquinho-azedo amarelo apresenta maior intensidade e pureza das cores do que o coquinho-azedo roxo, tanto para a casca quanto para a polpa.

A variável °Hue sendo a medida de cor propriamente dita, onde 60° indica a cor laranja e 90° o amarelo, a polpa ($87,25 \pm 4,06$) e casca ($82,53 \pm 2,50$) do fruto de epicarpo amarelo se mostraram próximas à cor amarela, enquanto a polpa ($74,65 \pm 3,57$) e casca ($69,15 \pm 3,96$) do fruto de coquinho-azedo roxo apresentou valores intermediários entre laranja e amarelo.

Conclusão

A caracterização de um fruto típico do Cerrado como o coquinho-azedo tem como possibilidade a propagação do seu consumo e favorecimento de renda de comunidades produtoras.

Comparando-se as amêndoas, a amêndoa do coquinho-azedo roxo apresentou maior teor de umidade, cinzas, proteínas e carboidratos, enquanto a amêndoa do coquinho-azedo amarelo

apresentou teores mais elevados de matéria-seca e lipídeos. Já dando o enfoque na polpa, o coquinho-azedo amarelo apresentou maiores teores de umidade, cinzas, lipídeos e carboidrato, tendo a polpa do coquinho-azedo roxo maior teor de proteínas.

Em relação à coloração, o coquinho-azedo de epicarpo amarelo se mostrou mais claro e amarelado do que o de epicarpo roxo, que apresentou menor intensidade de cores na casca e na polpa, tendendo mais à coloração laranja.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Pró-Reitoria de Pesquisa – PRPq, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Referências

- AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 20. Ed. Gaithersburg: AOAC, 2016. 3100 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC nº 359, de 23 de novembro de 2003. Regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 nov. 2003.
- CARVALHO, M. G. *et al.* Avaliação dos parâmetros físicos e nutricionais de amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 29, n. 4, p. 517-523, 2008.
- FARIA, J. P. *et al.* Caracterização da polpa do coquinho-azedo (*Butia capitata var capitata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 827-829, 2008a.
- FARIA, J. P. *et al.* Caracterização química da amêndoa de coquinho-azedo (*Butia capitata var capitata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 549-552, 2008b.
- LOPES, R. M. *et al.* Composição de ácidos graxos em polpa de frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 635-640, 2012.
- MARTINS, E. R. **Projeto conservação de recursos genéticos de espécies frutíferas nativas do Norte Mineiro**: coleta, ecogeografia e etnobotânica. 1. ed. Montes Claros: UFMG, 2003.
- MELO, M. L. P. *et al.* Caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) crua e tostada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 1-5, 1998.
- MORZELLE, M. C. *et al.* Caracterização química e física de frutos de curriola, gabioba e murici provenientes do Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 96-103, 2015.
- SILVA, D. B. *et al.* **Frutas do Cerrado**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001.
- SILVA, E. P. *et al.* Characterization of chemical and mineral composition of marolo (*Annona crassiflora* Mart) during physiological development. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 1, p. 13-18, 2017.
- TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

Capítulo 56

Parâmetros físico-químicos de iogurtes elaborados com diferentes teores de gordura e lactose

Daniela Cácia Dos Santos*¹; Fabio Ribeiro dos Santos²; Handray Fernandes de Souza³; Kely Tatianne Costa Santana⁴; Maximiliano Soares Pinto⁵;

Resumo

Os iogurtes são leites fermentados por cultura simbiótica de bactérias ácido lácticas responsáveis pela redução de pH e aumento de acidez do leite durante o processo fermentativo, propiciando a coagulação das proteínas e formação de uma bebida com maior viscosidade. O objetivo do presente trabalho foi analisar o pH, acidez titulável e sinerese de iogurtes elaborados a partir de leites com diferentes teores de lactose e gordura. Para tanto foram elaborados quatro tratamentos: leite integral (LI), leite desnatado (LD), leite integral zero lactose (LIS) e leite desnatado zero lactose (LDS). A acidez foi determinada por titulometria e o pH determinado instrumentalmente, já a sinérese foi determinada por centrifugação e coleta do sobrenadante. Os resultados obtidos indicam que os quatro tratamentos apresentam resultados distintos estatisticamente para os três parâmetros avaliados. O leite com menor teor de gordura apresentou maiores variações na sinérese após a fermentação em consequência do teor de sólidos.

Palavras-chave: Acidez titulável. Leite fermentado. Sinerese.

Introdução

O iogurte é um leite fermentado elaborado pela utilização da cultura simbiótica de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, a qual pode ser acompanhada, de forma complementar, por outras bactérias ácidos lácticas que contribuirão para a determinação das características finais do produto (BRASIL, 2007). Tais bactérias irão consumir os carboidratos do leite e produzirão ácido láctico, que é o responsável pela coagulação do produto.

¹ Graduando em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Graduando em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Graduando em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

⁴ Graduando em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

⁵ Docente, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

O processo de acidificação dos iogurtes permite o prolongamento da vida de prateleira dos mesmos, devido à inibição do desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos. Além dos compostos formados durante o processo fermentativo, que podem auxiliar na diversificação e diferenciação dos produtos lácteos (SYBESMA *et al.*, 2006).

Conforme Brasil (2017), as características normais definidas para o leite integral são: teor de gordura mínimo de 3%; acidez entre 14 e 18 °D; densidade a 15 °C entre 1,028 e 1,034 g/mL; teor mínimo de lactose de 4,3%; teor mínimo de extrato seco desengordurado de 8,4%; teor mínimo de extrato seco total de 11,4%; índice crioscópico mínimo de -0,530 a -0,555 °H, teor mínimo de proteína de 2,9%. Para a mesma legislação, quanto ao leite desnatado, segue as mesmas condições, exceto para teores de gordura, que deve ser de no máximo de 0,5%.

A lactose, principal carboidrato encontrado no leite, é um dissacarídeo formado pela união de dois monossacarídeos, glicose e galactose. Quando o indivíduo apresenta alguma deficiência na produção da enzima responsável pela hidrólise da lactose (β -galactosidase ou lactase), configura-se um quadro de intolerância (PEREIRA *et al.*, 2012). Atualmente há um apelo maior à produção de alimentos com reduzido teor deste dissacarídeo, assim como reduzido teor calórico.

Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi analisar parâmetros físico-químicos de acidez titulável, pH e sinérese de iogurtes elaborados com diferentes teores de gordura e lactose, no intuito de caracterizar as diferenças existentes em função das formulações utilizadas.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Produtos Lácteos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, campus Montes Claros. Para elaboração dos iogurtes foi utilizado leite UHT nas versões: integral (LI), desnatado (LD), integral zero lactose (LIS) e desnatado zero lactose (LDS), de uma mesma marca comercial.

O leite foi acrescido de fermento lácteo para iogurte (conforme orientações do fabricante), levado à estufa bacteriológica (BOD) à 42°C até pH de 4,6. Ao longo do processo fermentativo foram feitas leituras de pH por potenciometria e acidez titulável (BRASIL, 2006). Ao final do processo fermentativo houve quebra do coágulo e os iogurtes foram refrigerados a 5°C por 24h.

A análise de sinérese foi realizada conforme descrito por Amaya-Llano *et al.* (2008), com modificações. Amostras de 2 g foram pesadas e acondicionadas em tubos de micro-centrífuga, sendo submetidas à centrifugação a 8000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi removido e pesado. O índice de sinérese, expresso em %, foi obtido através da proporção entre a massa do sobrenadante (soro de leite) e a massa total da amostra multiplicada por 100.

As análises foram feitas em triplicata, e foram elaboradas três repetições para cada um dos quatro tratamentos. Ao final do processo os dados coletados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e ao teste de Tukey para comparação das médias entre os tratamentos, para cada um dos parâmetros testados, com o auxílio do *Software R* versão 2.11.1 (*R Development Core Team* - 2010).

Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão organizados os resultados referentes ao pH, acidez titulável (% ácido láctico) e sinerese (%) após a fermentação dos quatro tipos de iogurte elaborados.

Tabela 1 – Valores médios de pH e acidez após quatro horas de fermentação.

Iogurtes	pH	Acidez (% ácido láctico)	Sinerese (%)
LDS	4,59 ^a	0,60 ^{bc}	74,79 ^a
LIS	4,57 ^a	0,52 ^c	60,81 ^c
LI	4,50 ^b	0,74 ^a	56,95 ^d
LD	4,44 ^c	0,66 ^{ab}	70,96 ^b
CV (%)	0,70	7,36	2,34

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: LDS: leite desnatado sem lactose; LIS: leite integral sem lactose; LI: leite integral; LD: leite desnatado.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparação entre tratamentos) significam não apresentar diferença significativa ($p < 0,05$) entre os mesmos.

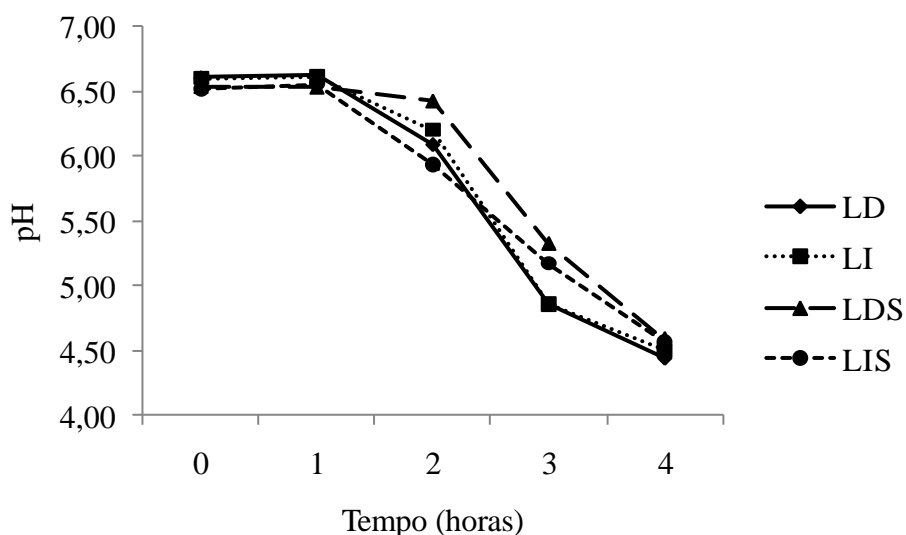
Ademais, na Figura 1 e 2, estão apresentados, respectivamente, o comportamento do pH e acidez à cada tempo de fermentação, com os tratamentos mantidos à 42°C.

É possível observar na Tabela 1 assim como apresenta a Figura 1, que o tempo de quatro horas de fermentação foi suficiente para que os tratamentos alcançassem o valor do ponto isoelétrico da caseína, ou seja, pH de 4,6. De acordo com Tamine e Robinson (1991), os agregados de micelas de caseína e/ou isoladas vão se associando e juntam parcialmente à medida que aproxima o valor de pH do ponto isoelétrico da caseína, em torno de 4,6 a 4,7. Assim, uma característica deste fenômeno é a formação do coágulo, podendo neste momento interromper a fermentação.

Conforme a Tabela 1 os iogurtes produzidos com leite desnatado sem lactose (LDS) e leite integral sem lactose (LIS) apresentaram maior valor de pH sendo estatisticamente iguais ($p < 0,05$) e diferiram dos demais tratamentos. Este ocorrido pode estar associado com a ausência de lactose em comum com os dois tratamentos, uma vez que parte desse carboidrato é convertido em ácido láctico pela ação das culturas do iogurte durante o processo de fermentação e, conseqüentemente, diminui o

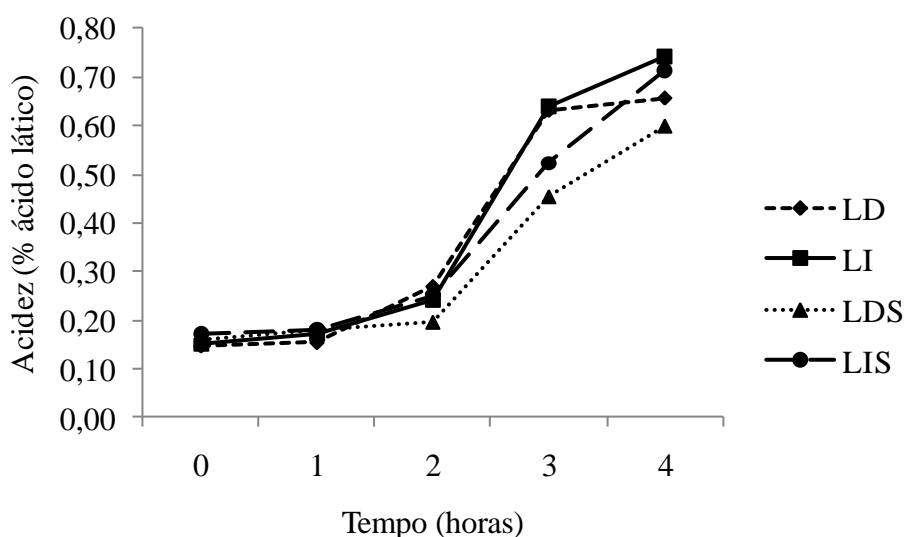
pH até o ponto em que aumenta a viscosidade do leite e a caseína torna-se insolúvel (SILVA *et al.*, 2012).

Figura 1 – Comportamento do pH a cada tempo de fermentação.



Fonte: Dos autores, 2019.

Figura 2 – Comportamento da acidez a cada tempo de fermentação.



Fonte: Dos autores, 2019.

Com relação à acidez, os resultados apresentados na Tabela 1 assim como mostra a Figura 2, o iogurte com leite integral (LI) e com leite desnatado (LD) apresentaram maior acidez, sendo que o produto com leite integral (LI) apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) com o tratamento LDS (leite desnatado sem lactose) e LIS (leite integral sem lactose). Este fato confirma que a lactose é um

carboidrato fundamental para a fermentação de produtos lácteos, uma vez que se torna como substrato e fonte de energia para a ação de microrganismos que quando adicionados ao leite converte parte da lactose em ácido láctico (TAMINE; ROBINSON, 1991), contribuindo assim para o aumento da acidez no produto final. Porém, os valores da acidez não estão de acordo com os requisitos físico-químicos exigidos pela legislação, que estabelece valores de 0,90% a 2,00% de acidez para leites fermentados, o que contribui para a estabilidade microbiológica do produto (BRASIL, 2007).

Na Tabela 1 também estão organizados os resultados referentes à sinerese dos iogurtes elaborados com diferentes tipos de leite.

De acordo com a Tabela 1, todos os tratamentos apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para a sinerese, sendo que o iogurte com leite desnatado sem lactose (LDS) apresentou maior índice de sinerese. De acordo com Lima *et al.* (2011), o aumento da matéria sólida do iogurte tende a reduzir a susceptibilidade a sinerese, além de influenciar nas propriedades sensoriais. Além disso, a mudança dentro da rede do gel produzida por forças atrativas entre as moléculas de caseína contribui para o aumento na sinerese, que pode levar a ligações intermoleculares adicionais e, em consequência, a contração do gel e expulsão de água (LIMA *et al.*, 2011). Sendo assim, os resultados obtidos neste estudo são justificados, uma vez que o iogurte produzido com leite desnatado sem lactose (LDS) apresenta-se com menor matéria sólida devido à menores teores de gorduras e lactose, sendo mais propensa a mudança na rede do gel e expulsão de água.

Conclusão

Pode-se concluir que o teor de lactose e gordura influenciam parâmetros de pH, acidez titulável e sinérese dos iogurtes elaborados. Observou-se que ao longo do processamento houve influencia da composição dos iogurtes sobre tais características e que valores mais elevados de acidez foram encontrados para iogurte elaborado com leite integral, por outro lado, a sinérese foi influenciada pela concentração de gordura dos leites.

Referências

AMAYA-LLANO, S. L.; MARTÍNEZ-ALEGRÍA, A. L.; ZAZUETA-MORALES, J. J. *et al.* Acid thinned jicama and maize starches as fat substitute in stirred yogurt. **LWT-Food Science and Technology**, v. 41, p. 1274–1281, 2008. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643807002848>>. Acesso em: 16 jun. 2019.
BRASIL. Decreto nº 9.013 de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950 e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e

sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 23 de Outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF, 24 out. 2007. Seção 1, p. 4. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/instru%C3%87%C3%83o-normativa-n%C2%BA-46-de-23-de-outubro-de-2007.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 dez. 2006. Seção 1, p. 8. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17472>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

LIMA, S. C. G.; OLIVEIRA, P. D.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B. *et al.* Efeito da adição de diferentes sólidos na textura, sinérese e característica sensorial de iogurte firme. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 383, p. 32-39, 2011. Disponível em: <<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/187>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

PEREIRA, M. C. S.; BRUMANO, L. P.; KAMIYAMA, C. M. *et al.* Lácteos com baixo teor de lactose: uma necessidade para portadores de má digestão da lactose e um nicho de mercado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, p. 57-65, 2012. Disponível em: <<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/227>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

SILVA, A. R.; MORO, L. M.; PINTO, E. G. *et al.* Estudo do comportamento cinético e reológico da fermentação láctica na produção do iogurte natural. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 1907-1913, 2012. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/engenharia/estudo%20do%20comportamento.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

SYBESMA, W; HUGENHOLTZ, J.; VOS, W. M. *et al.* Safe use of genetically modified lactic acid bacteria in food. Bridging the gap between consumers, green groups, and industry. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 9, p. 424-448, 2006. Disponível em: <<http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/article/view/v9n4-12/340>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. **Yogur: ciencia y tecnología**. Tradução de Maria de la Concepción Díaz de Villegas Soláns y Alvaro Rodríguez Sánchez Arévalo. Zaragoza: Acribia, 1991. 368 p.

Capítulo 57

Análise Sensorial de biscoitos doces com farinha de beterraba

Karolina Soares da Silva*¹; Carla Beatriz Silva¹; Maria Luiza Duarte Fonseca¹, Ana Flavia Campos Santos¹, Mariuze Loyanny Pereira Oliveira², Claudia Regina Vieira³

Resumo

Diante da crescente demanda por produtos com valor nutricional agregado é interessante que esses produtos sejam agradáveis sensorialmente ao consumidor, com isso, objetivou-se neste estudo avaliar as características sensoriais de biscoitos doces adicionados de farinha de beterraba. Para tanto, foram elaboradas duas formulações, contendo 15 % de farinha de beterraba em uma e 30 % de farinha de beterraba em outra. Foi realizada análise sensorial dos biscoitos elaborados com farinha de beterraba, sendo recrutados provadores não treinados do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG). Foram empregados o teste pareado-preferência e o teste de aceitação. Os atributos avaliados foram aparência, sabor, cor, aroma, textura e avaliação global. Os provadores também foram solicitados a avaliarem o produto quanto à intenção de consumo e compra, além disso, também foi calculado o índice de aceitabilidade. Com os resultados obtidos foi realizada análise estatística e pôde-se perceber diferença significativa em todos os atributos, exceto a cor, entre as duas formulações estudadas, sendo que as maiores notas foram para a amostra adicionada de 15 % de farinha de beterraba, contudo as duas formulações tiveram um índice de aceitação superior à 80 % demonstrando que estes produtos têm potencial para serem comercializados.

Palavras-chave: Aceitação. *Beta vulgaris*, L. Panificação.

Introdução

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) pertence à família *Chenopodiaceae*, sendo a sua principal parte comestível, a raiz tuberosa. A coloração vermelho-arroxeadada desta hortaliça é devido à presença dos pigmentos betalaínas (VITTI *et al.*, 2003). Segundo Marques *et al.* (2010), as principais regiões

¹ Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Técnica Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Professora Adjunto IV do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: karolinasoares05@gmail.com

produtoras de beterraba no Brasil estão localizadas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

A beterraba se destaca por sua composição química, pois é rica em vitaminas do complexo B e nutrientes, como potássio, sódio, ferro, cobre e zinco (ALVES *et al.*, 2008). Segundo Giuntini, Lajolo e Menezes (2003), é considerado um alimento funcional, pois além das betalaínas, esta olerícola apresenta em sua constituição elevado teor de outros compostos bioativos, como as fibras, que se destacam por seus efeitos benéficos no trato gastrointestinal.

A aplicação de tecnologia simples para a produção de produto farináceo a partir da beterraba constitui-se, como uma alternativa principalmente para pequenos produtores, favorecendo os novos mercados, esses produtos são utilizados como ingredientes na indústria de panificação e de sopas (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2011).

Diante da crescente demanda por produtos com valor nutricional agregado é interessante que esses produtos sejam agradáveis sensorialmente ao consumidor, com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar as características sensoriais de biscoitos doces adicionados de farinha de beterraba.

Material e métodos

A farinha de beterraba (FB), comercializada à granel, foi adquirida no Comercial São Miguel (loja de produtos naturais) e os demais ingredientes, farinha de trigo (marca Vilma), açúcar refinado (marca União), sal (marca Cisne), bicarbonato de sódio (marca Kitano), fermento químico (marca Dona Benta), ovos (marca Somai) e margarina (marca Qualy), utilizados nas formulações, foram adquiridos no comércio local de Montes Claros – MG.

As formulações dos biscoitos foram desenvolvidas por modificação da formulação descrita por Larosa *et al.* (2009), adicionando-se 15 % (15 g) e 30 % (30 g) de FB à quantidade (100 g) de farinha de trigo utilizada na mistura. Foram utilizados em cada processamento 100 g de farinha de trigo, entre 15 g – 30 g de FB, 57,8 g de açúcar, 0,95 g de sal, 1,10 g de bicarbonato de sódio, 7,10 mL de água potável, 1,3 g de fermento químico, 20 g de ovo e 30 g de margarina. Após os ingredientes serem pesados e misturados em batedeira planetária (marca Arno) durante 3 minutos, a massa foi estendida com rolo de plástico sobre a bancada até uma espessura de aproximadamente 6 milímetros e moldada com auxílio de fôrmas circulares de 50 milímetros de diâmetro. Os biscoitos foram assados a temperatura de 150 °C por aproximadamente 23 minutos.

Para realização da análise sensorial dos biscoitos elaborados com FB, foram recrutados provadores não treinados, sendo que o recrutamento destes ocorreu por meio de convite divulgado

por e-mail e nos murais da comunidade do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG).

Antes da realização das análises, os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) segundo o Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG (CAAE: 97454718.1.0000.5149), em duas vias. Para todos os testes, as amostras foram servidas em pratos plásticos descartáveis, codificados com números de três dígitos, acompanhada de um copo com água para reduzir a influência de uma amostra sobre a outra. Os provadores receberam uma ficha de avaliação, para preenchimento de dados como sexo, faixa etária, se possuía o hábito de consumir biscoitos doces e beterraba.

Foram empregados o teste pareado-preferência (método 164/IV) e o teste de aceitação (método 165/IV) que foi composto por escala hedônica de nove pontos, variando de “1 -desgostei extremamente” a “9 - gostei extremamente”. Os atributos avaliados foram aparência, sabor, cor, aroma, textura e avaliação global. Os provadores também foram solicitados a avaliarem o produto quanto à intenção de consumo (método 167/IV), por meio da escala de sete pontos, variando de “1 - nunca comeria” a “7 - certamente comeria” e intenção de compra (método 167/IV), por meio de escala de cinco pontos, variando de “1 - nunca compraria” a “5 - certamente compraria”. Todos os testes foram conduzidos conforme as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

O Índice de Aceitabilidade (I.A) foi calculado utilizando a seguinte expressão: $IA (\%) = A \times 100/B$, onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987), ambos na avaliação global.

Para avaliação estatística foi utilizada uma tabela de teste de comparação pareada de acordo com o número de provadores com nível de probabilidade de 5 % (IAL, 2008), no teste pareado-preferência. O teste de aceitação sensorial foi analisado por delineamento de blocos casualizados, utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA). As diferenças foram consideradas significativas para $p < 0,05$, com intervalo de confiança de 95 % pelo Test t de Student. O programa utilizado para as análises foi o *software* R, versão 3.4.3 de 2017 (R CORE TEAM, 2017).

Resultados e discussão

Dos 60 provadores que participaram do estudo, 55 % eram do sexo feminino e 45 % masculino. Dentre todos os provadores, 72 % possuem idade inferior a 25 anos, 23 % tinham idade entre 25 e 35 anos e 5 % idade com mais de 35 anos, se caracterizando como um público jovem. Cerca de 90 % dos provadores afirmaram que tem o hábito de consumir biscoitos doces e 72 % informaram que consomem beterraba.

No teste pareado-preferência, a amostra com 15 % FB foi a preferida por 48 provadores, enquanto que a com 30 % de FB, por 12 provadores. Segundo valores tabelados de teste de comparação pareada de acordo com o número de 60 provadores com nível de probabilidade de 5 %, para que as amostras apresentem diferença significativa, pelo menos 39 provadores devem escolher uma das duas amostras (IAL, 2008). Sendo assim, pode-se afirmar que a amostra com 15 % de FB foi a preferida pela maioria dos provadores.

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados para o teste de aceitação dos biscoitos doces elaborados com farinha de beterraba.

Tabela 1 – Teste de aceitação dos biscoitos doces elaborados com farinha de beterraba

Atributos	Biscoito com 15 % de FB ⁵	Biscoito com 30 % de FB ⁵
Aparência ¹	7,96 ± 1,07 a	7,65 ± 1,17 b
Textura ¹	7,82 ± 1,20 a	6,67 ± 1,60 b
Cor ¹	7,78 ± 0,99 a	7,62 ± 1,33 a
Aroma ¹	7,71 ± 1,05 a	7,27 ± 1,46 b
Sabor ¹	8,02 ± 0,97 a	7,36 ± 1,50 b
Avaliação Global ¹	8,09 ± 0,80 a	7,26 ± 1,11 b
Intenção de consumo ²	5,43 ± 1,13 a	4,45 ± 1,42 b
Intenção de compra ³	4,35 ± 0,76 a	3,58 ± 1,01 b
Índice de aceitação ⁴	89,90	80,71

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ Escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9); ² Escala de sete pontos, variando de “nunca comeria” (1) a “certamente comeria” (7); ³ Escala de cinco pontos, variando de “nunca compraria” (1) a “certamente compraria” (5); ⁴ IA (%) = A x 100/B, onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto, para avaliação global. ⁵ FB: farinha de beterraba;

Nota: Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si significativamente pelo Teste de t de student ($p \geq 0,05$).

Verificou-se diferença significativa entre os biscoitos com 15 % e 30 % de FB nos atributos aparência, textura, aroma, sabor e avaliação global, sendo as menores notas para 30 % de FB. Não houve diferença significativa entre as amostras no parâmetro cor, que pode ser também observada visualmente nas Figuras 1 e 2, para o biscoito com 15 % de FB e 30 % de FB, respectivamente. Pode-se inferir que a variação na quantidade adicionada de FB interferiu na qualidade sensorial dos produtos. De forma similar, Lopes *et al.* (2011) avaliando pães com farinha da casca de beterraba (5, 7,5, 10 e 12,5 %), também observaram menores notas para os atributos aparência, textura, sabor e aceitação geral nas formulações com 10 e 12,5 % de Farinha da casca da beterraba, entre adultos.

Figura 1 – Biscoito doce com 15 % de farinha de beterraba



Fonte: Dos autores, 2019.

Figura 2 – Biscoito doce com 30 % de farinha de beterraba



Fonte: Dos autores, 2019.

Em relação a intenção de consumo e compra, observa-se que houve diferença significativa, destacando-se a amostra 15 % de FB com maiores escores para consumo e compra. Em avaliação de cookies de Farinha da casca de beterraba (0; 6,25; 12,50; 18,75 e 25 %), Teixeira *et al.* (2017) também obteve menor nota para intenção de compra na formulação de 25 % de Farinha da casca de beterraba.

Um alimento para ser considerado aceito sensorialmente, é necessário que obtenha um Índice de Aceitabilidade, igual ou superior a 70 % (TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, 1987). As amostras de biscoito doce de beterraba apresentaram escore de 89,90 % e 80,71 %, para a amostra com 15 % de FB e 30 % de FB, respectivamente, demonstrando um produto com potencial de mercado.

Conclusão

Os resultados encontrados indicam que, se comparadas, a formulação com 15 % de FB teve uma maior aceitação em relação à formulação 30 % de FB em todos os atributos, sendo eles, aparência, textura, aroma, sabor, avaliação global e intenção de compra e consumo, exceto a cor, que não variou significativamente. Contudo, as duas formulações tiveram o índice de aceitação elevado, superior a 80 %, demonstrando serem produtos com potencial de mercado.

Referências

- ALVES, U.A. *et al.* Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 292-295, 2008.
- ARAÚJO FILHO, D.G. *et al.* Processamento de produto farináceo a partir de beterrabas submetidas à secagem estacionária. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33 n. 2, p. 207-214, 2011.
- GIUNTINI, E. B; LAJOLO, F. M; DE MENEZES, E. W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.53, n.1, p.14-20, 2003.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 1020 p. 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- LAROSA, G. *et al.* Aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos de biscoito doce contendo farinha de 'okara'. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 2, p. 151-157, 2009.
- LOPES, S. B. *et al.* **Aproveitamento do resíduo gerado na produção de mini beterrabas para a produção de farinha**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011. 5p.
- MARQUES, L. F. *et al.* Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, 2010.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2017. Disponível em: <http://www.r-project.org/>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise Sensorial de Alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. p.60.
- TEIXEIRA, F. *et al.* Cookies adicionados de farinha da casca de beterraba: análise físico-química e sensorial entre crianças. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 472-488, 2017.
- VITTI, M. C. D. *et al.* Comportamento da beterraba minimamente processada em diferentes espessuras de corte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 623- 626, 2003.

Capítulo 58

Avaliação de injúria por frio em cagaita

Gabriel Sthefano Lourenço Pereira*¹; Camila Almeida de Jesus²; Melissa Alane Rodrigues Silva³;
Renata Nolasco Braga¹; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira⁴, Juliana Pinto de Lima⁵

Resumo

A cagaita é um fruto perecível com curta vida útil pós-colheita. Neste sentido, prolongar a sua conservação é uma alternativa para que sua comercialização não fique restrita apenas a mercados regionais onde ocorre sua produção. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar atributos físicos da pós-colheita de cagaita armazenada a 7°C e expostas à temperatura ambiente, no intuito de simular o seu armazenamento em expositores para determinar sua vida útil no mercado e possível injúria por frio. Os frutos de *E. dysenterica* foram colhidos no estágio verde-maturo, selecionados, sanitizados e acondicionados sob refrigeração na temperatura de 7°C. A cada 3 dias os frutos eram retirados da refrigeração e expostos a temperatura ambiente (26°C) por 2 dias para posteriormente serem analisados quanto a coloração, firmeza e escala visual de senescência. Pelos resultados obtidos indica-se uma vida útil de onze dias para a cagaita, sendo que após este período, ocorre o escurecimento da casca, diminuição considerável da firmeza e deterioração da aparência dos frutos, indicando a instalação do período de senescência. O emprego de refrigeração é uma alternativa que pode ajudar a prolongar a vida útil destes frutos.

Palavras-chave: Cerrado. Fruto climatérico. Vida de prateleira.

Introdução

A cagaita (*Eugenia dysenterica*), pertencente à família das Myrtaceae, é um fruto nativo do Cerrado brasileiro. Com formato globoso, cor amarelo claro, sabor levemente ácido e epicarpo membranoso, possui peso entre 14 e 20 g e comprimento de 3 a 4 cm (NAVES *et al.*, 1995). É considerada uma espécie de interesse econômico em função do aproveitamento de seus frutos na

¹Graduando em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

²Mestre em Produção Animal, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

⁴Técnico-Administrativa do Laboratório de Produtos Vegetais, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

⁵Professora Adjunto, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

culinária. Além do consumo *in natura*, são inúmeras as receitas de doces e bebidas que levam o sabor de sua polpa, com destaque para os doces, geleias, licores, refrescos, sorvetes e sucos. Seus frutos, ainda imaturos, podem ser utilizados como forragem para o gado e sua polpa utilizada como matéria-prima para a obtenção de vinagre e álcool (CORRÊA, 1984).

Pensando-se em sua composição nutricional, a cagaita é considerada uma boa fonte de vitamina B2 (0,4 mg/100 g), cálcio (172,8 mg/100 g), magnésio (62,9 mg/100 g) e ferro (3,9 mg/100 g) (MARIN; SIQUEIRA; ARRUDA, 2009).

Dada a riqueza de sua composição, o consumo de cagaita deve ser encorajado. Entretanto é preciso que se estude sobre o comportamento pós-colheita da cagaita, visto ser um fruto altamente perecível. Com uma colheita oriunda de áreas típicas do cerrado, prolongar a sua conservação é uma alternativa para que sua comercialização não fique restrita apenas a mercados regionais.

A refrigeração é uma técnica eficaz para aumentar a durabilidade de frutos, já que esta consegue reduzir a produção de etileno, a taxa respiratória e conseqüentemente retarda as transformações químicas da maturação. Contudo, mesmo a refrigeração sendo a técnica principal na conservação pós-colheita de frutos, em alguns casos esta pode determinar a ocorrência de distúrbios fisiológicos, podendo estes se apresentarem durante o período de estocagem do fruto na refrigeração ou após o retorno do fruto à temperatura ambiente comumente utilizada no varejo (LIMA, 2011).

Baseado nestas informações, o objetivo do trabalho foi avaliar atributos físicos da pós-colheita de cagaita armazenados sob refrigeração e expostos a temperatura ambiente, no intuito de simular seu armazenamento em expositores para determinar sua vida útil no mercado e possível injúria por frio.

Material e métodos

Os frutos de *E. dysenterica* foram colhidos no estágio verde-maturo de várias cagaiteiras localizadas na cidade de São João da Lagoa em Minas Gerais.

Após a obtenção, os frutos foram transportados para o Laboratório de Produtos Vegetais do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), onde foram submetidos a imersão em água fria (12°C) para retirada do calor de campo.

Posteriormente, os frutos foram selecionados de acordo com o grau de maturação (verde-maturo), sanidade e ausência de danos mecânicos. Em seguida, foram sanitizados em solução clorada (100 ppm/10 minutos), secos à temperatura ambiente e distribuídos em bandejas de poliestireno expandido, e acondicionados sob refrigeração na temperatura de 7°C.

A cada 3 dias, os frutos eram retirados da refrigeração e expostos à temperatura ambiente (26°C) por 2 dias, simulando a forma como acontece normalmente em gôndolas de supermercado e sua disponibilização para o consumidor.

Durante o armazenamento, foi avaliada a durabilidade dos frutos por meio de análises periódicas. Foram realizadas análises de firmeza, senescência e cor. A cor foi determinada através do colorímetro digital Konica Minolta modelo CR-400/410, realizando três leituras na região equatorial de cada fruto, obtendo os resultados no espaço de cor CIE-L*a*b*. Os valores de L*, também conhecido como luminosidade, indicam o quão mais escuro ou mais claro o fruto está. A coordenada a* assume valores de -80 a +100, em que valores negativos correspondem ao verde e positivos ao vermelho. Já a variável b* oscila numa escala de -50 (totalmente azul) a +70 (totalmente amarelo). Os parâmetros a* e b* obtidos foram utilizados em cálculos para a determinação dos índices Chroma e °Hue, de acordo com as Equações 1 e 2, respectivamente.

$$Chroma = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (1)$$

$$^{\circ}Hue = tg(a/b) \quad (2)$$

A firmeza foi avaliada através de um penetrômetro de frutos digital Instrutherm PTR-300, utilizando sonda apropriada em aço inoxidável, obtendo os resultados em Newtons (N). Os frutos foram medidos na região equatorial de ambos os lados.

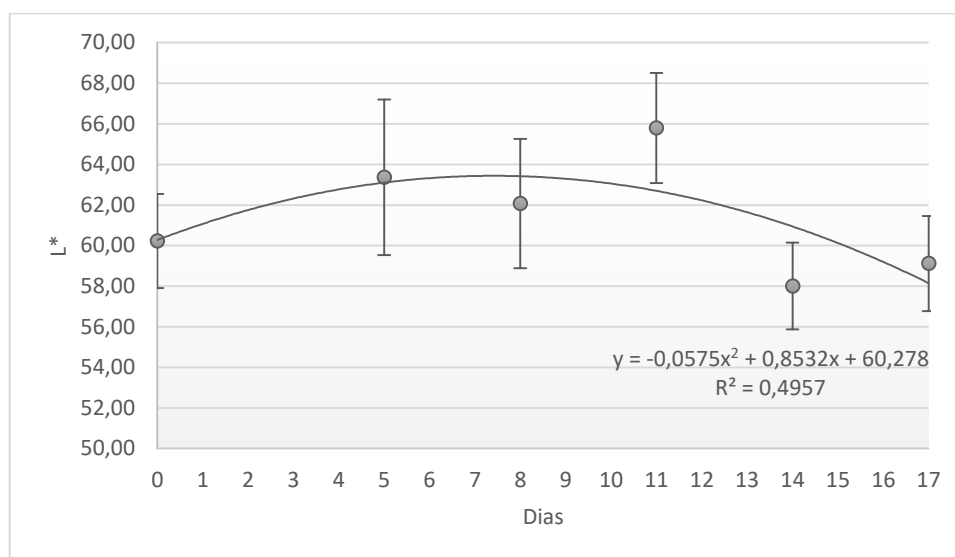
Também foi realizado uma análise visual de aparência dos frutos, classificando-os em notas de 1 a 5, onde 1 equivale a um fruto com 0% de manchas, injúrias ou deterioração e 5, onde o fruto está 100% deteriorado e impróprio para ser consumido. Esta análise foi realizada por 5 avaliadores que conhecem sobre as características ideais da cagaita.

O experimento foi realizado considerando a unidade experimental constituída por 3 frutos. Os dados foram submetidos à regressão e cálculo de desvio padrão e os resultados plotados em gráficos.

Resultados e discussão

O Gráfico 1 apresenta os resultados da variável L*, que indica quão clara ou escura se encontra o fruto, variando numa escala de 0 (preto) a 100 (branco). A luminosidade dos frutos (L*) se mostrou constante até o dia 11 de análise, iniciando o escurecimento a partir do dia 14. De acordo Vilas Boas *et al.* (2001), o estágio de maturação pode ser caracterizado subjetivamente pelo grau de coloração da casca, que é um importante parâmetro para predizer a vida de prateleira da fruta.

Gráfico 1 - Resultado da análise de luminosidade (L*) durante os 17 dias de armazenamento da cagaita.



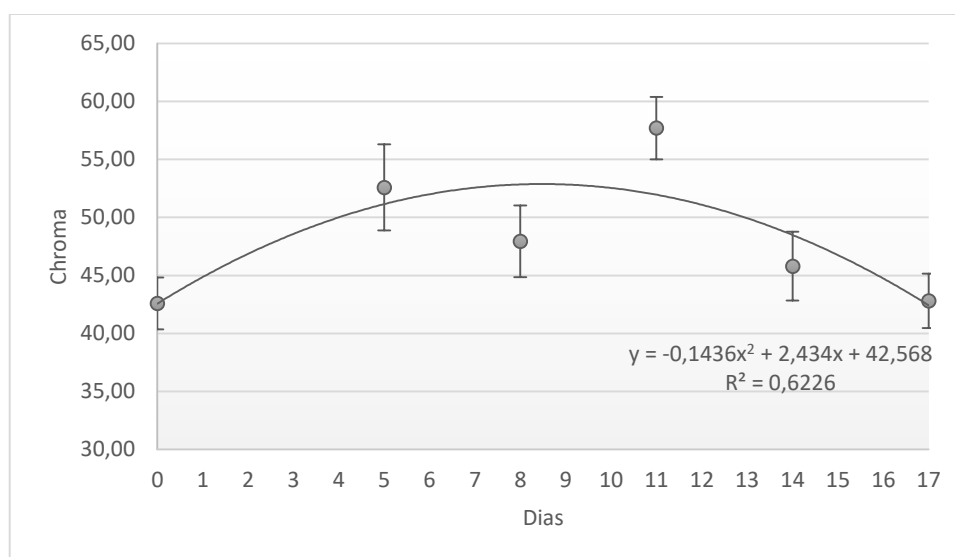
Fonte: Dos autores, 2019.

Em relação ao Chroma (C), indicativo da 'pureza das cores' que varia numa escala onde 0 indica uma cor cinzenta e 100 uma cor intensa os frutos não apresentaram resultados constantes, com variações significativas durante o passar dos dias como mostra o Gráfico 2, indicando que a saturação das cores pode ser ineficaz neste método de armazenamento a baixas temperaturas seguido de exposição à temperatura ambiente.

Sendo H (°Hue) a medida de cor propriamente dita, onde 120° indica a cor verde e 90° o amarelo, os frutos ficaram amarelados a partir do dia 5 e mantiveram com valores constantes até o final do armazenamento, como mostra o Gráfico 3. Durante o desenvolvimento do fruto, ocorre a diminuição do teor de clorofila total e o incremento dos teores de carotenoides, indicando o possível amadurecimento do fruto (SILVA, 2016).

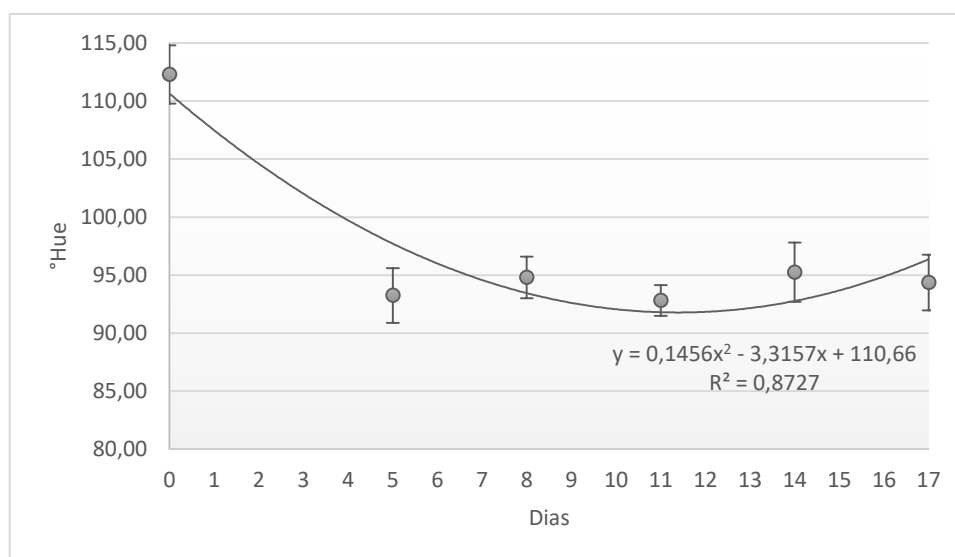
Estudar a mudança de coloração dos frutos é de importante para compreender sua maturação, pois além de ser um indicativo do amadurecimento, também é um parâmetro analisado pelo consumidor. A coloração é um atributo físico que apresenta alterações ao longo da maturação dos frutos, principalmente na casca, sendo resultado da degradação de clorofila, síntese ou revelação de pigmentos, como carotenoides e antocianinas (SEYMOR; TAYLOR; TUCKER, 1993).

Gráfico 2 - Análise de Chroma (C) durante os 17 dias de armazenamento.



Fonte: Dos autores, 2019.

Gráfico 3 - Análise de °Hue durante os 17 dias de armazenamento.

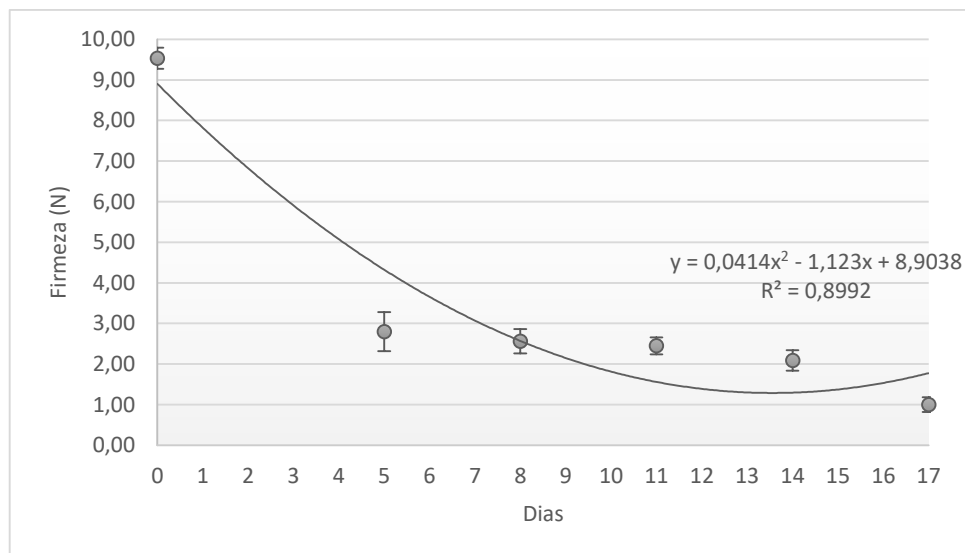


Fonte: Dos autores, 2019.

Em relação à firmeza, pôde-se constatar pelo Gráfico 4 a diminuição deste parâmetro com o passar dos dias, apresentando um decréscimo estatisticamente considerável nos dias 5, 14 e 17. De acordo com Wakabayashi, Hoson e Huber (2003), a diminuição da firmeza está relacionada ao processo de maturação do fruto, pois ocorre o aumento na solubilização e polimerização de substâncias pécicas, diminuindo a firmeza do tecido celular, levando ao amaciamento dos frutos. A conservação destes frutos em ambiente climatizado garante frutos mais firmes quando comparados por aqueles armazenados à temperatura ambiente devido seu alto teor de umidade e casca muito fina

que se degrada rapidamente em função do seu amadurecimento sob altas temperaturas (KOHATSU *et al.*, 2011).

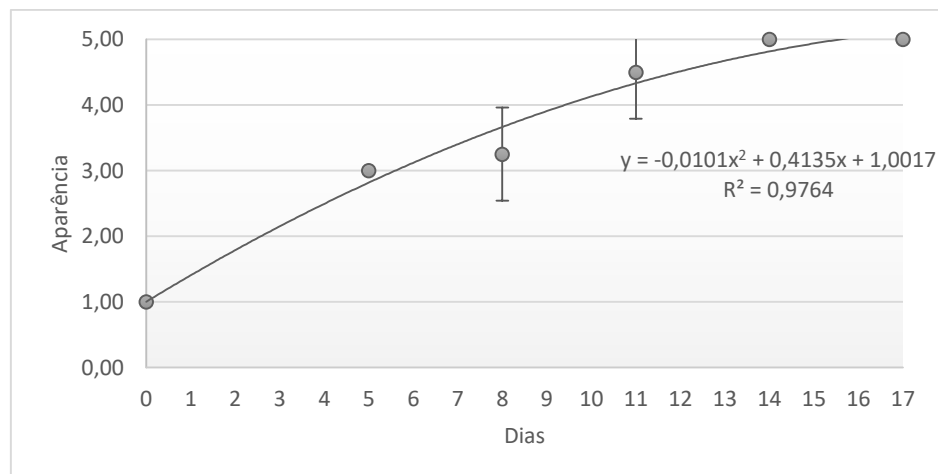
Gráfico 4 - Resultado da análise de Firmeza durante os 17 dias de armazenamento da cagaita.



Fonte: Dos autores, 2019.

A análise de senescência, como mostra o Gráfico 5 indicou que os frutos apresentaram aparência aceitável até 8 dias. A partir daí os frutos atingiram nota 5,00 ou muito próxima desta, indicando que os frutos estavam impróprios para o consumo e totalmente deteriorados. O repentino aumento da nota indica uma diminuição da respiração e consumo excessivo de energia pelo fruto, início do processo de senescência e levando a morte dos tecidos (LELIÉVRE *et al.*, 1997).

Gráfico 5 - Análise de aparência durante os 17 dias de armazenamento.



Fonte: Dos autores, 2019.

Carneiro *et al.* (2015), ao estudarem o armazenamento pós-colheita de frutos de cagaita, observaram a inviabilidade do seu consumo após 3 dias de análise quando armazenados sob temperatura de 28°C. A refrigeração então se mostrou eficiente na conservação destes frutos.

Conclusão

Pelos resultados obtidos indica-se uma vida útil de onze dias para a cagaita submetida às condições deste experimento. Após este período, ocorre o escurecimento da casca, diminuição considerável da firmeza e deterioração da aparência dos frutos indicando a instalação do período de senescência.

Acrescenta-se que não foi detectada aparecimento de distúrbios decorrentes do *chilling*, sendo a refrigeração eficiente na conservação destes frutos.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Pró-Reitoria de Pesquisa – PRPq, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Referências

- CARNEIRO, J. O. *et al.* Efeito da temperatura e do uso de embalagem na conservação pós-colheita de frutos de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 568-576, 2015.
- CORRÊA, M. P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: IBDF, 1984. 747 p.
- KOHATSU, D.S. *et al.* Qualidade de frutos de cajá-manga armazenados sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n. E, p. 344-349, 2011.
- LELIÈVRE, J. M. *et al.* Ethylene and fruit ripening. **Physiology Plantarum**, v.101, n. 4, p. 727-739, 1997.
- LIMA, J. P. **Qualidade pós-colheita, atividade antioxidante ‘in vitro’ e perfil volátil da mangaba (*Hancornia speciosa*) submetida à refrigeração e atmosfera modificada**. Lavras: UFLA, 2011. 194 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.
- MARIN, A. M. F.; SIQUEIRA, E. M. A.; ARRUDA, S. F. Minerals, phytic acid and tannin contents of 18 fruits from the Brazilian savanna. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, n. 1, p. 177-187, 2009.
- NAVES, R. V. *et al.* Determinação de características físicas em frutos e teor de nutrientes em folhas e no solo, de três espécies frutíferas de ocorrência natural nos Cerrados de Goiás. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**, v. 25, p. 99-106, 1995.
- SEYMOR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. New York: Chapman & Hall, 1993. 454 p.

SILVA, M. M. M. **Estudo do desenvolvimento fisiológico da cagaita (*Eugenia dysenterica*)**. Goiânia: UFG, 2016. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiânia, 2016.

VILAS BOAS, E. V. *et al.* Características da fruta. In: MATSUURA, F.C.A.U., FOLEGATTI, I.S. **Banana**: Pós-colheita. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, p.15- 19.

WAKABAYASHI, K.; HOSON, T.; HUBER, D. J. Methyl de-estefication as a major fator regulating the extent of pectin depolymerization during fruit ripening. A comparison of the action of avocado (*Persea americana*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*) polygalacturonase. **Journal of Plant Physiology**, v. 160, p. 667-673, 2003.

Capítulo 59

Caracterização química e sensorial de linguças com farinha de jatobá (*Hymenaea Courbaril*)

Mariuze Loyanny Pereira Oliveira*¹; Marina Barbosa Braga²; Talita Neves Teixeira²; Nísia Andrade Villela Dessimone-Pinto³; Reynaldo Campos Santana⁴, Elizabete Adriana Esteves⁵

Resumo

O objetivo desse trabalho foi elaborar e avaliar centesimalmente e sensorialmente um produto cárneo do tipo “embutido”, contendo fibras provenientes da farinha de jatobá. Foram elaboradas formulações do tipo “linguiça”, com diferentes concentrações de farinha de jatobá, a partir de uma formulação controle, sem farinha de jatobá. Todas as análises de composição foram determinadas seguindo as metodologias da AOAC (2000). Os atributos sensoriais foram avaliados por teste afetivo de aceitação, utilizando escala hedônica estruturada de sete pontos. Os dados foram analisados utilizando o software Statistica 10.0, com nível de significância de 5%. O teor de fibras totais da farinha de jatobá foi 47,23g/100g. A adição de farinha de jatobá na proporção de 3,5g de fibra/100g de produto final possibilitou a elaboração de uma formulação do tipo embutido, a qual apresentou boa aceitação por julgadores não treinados. A farinha de jatobá pode ser uma boa matéria prima, na elaboração de diversos produtos, dentre eles, os carneos, de forma a melhorar sua composição. Sua utilização como fonte de fibras na elaboração de produtos alimentícios, pode ser uma alternativa viável para incentivar o consumo de produtos mais saudáveis do ponto de vista nutricional, bem como de valorizar os recursos naturais do Cerrado.

Palavras-chave: Cerrado, Fibra alimentar, Teste de aceitação, Leguminosa

Introdução

O jatobá (*Hymenaea Courbaril*) é um fruto pertencente a espécie da família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Caesalpinaceae, amplamente distribuído em toda extensão do Cerrado, que quando maduro possui vagem arredondada, de cor escura, que envolvem a polpa amarelo-

¹Técnica Administrativa, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

²Nutricionista

³Professora Titular do Curso de Nutrição e Farmácia, Universidade Federal dos vales do Jequitinhonha e Mucuri

⁴Professor Classe D do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos vales do Jequitinhonha e Mucuri

⁵Professora Associada II do Curso de Nutrição, Universidade Federal dos vales do Jequitinhonha e Mucuri

esverdeada, fibrosa-farinácea, adocicada, comestível, de sabor e aroma característicos, e que por sua vez envolve as sementes (LISBOA, 2008; DE MENEZES FILHO, 2019).

A polpa do jatobá é bastante apreciada na culinária regional norte mineira sendo comumente consumida in natura ou na elaboração de bolos, pães, bolinhos fritos, mingaus, geleias, licores, biscoitos cookies dentre outras iguarias. Além dos atrativos sensoriais peculiares e intensos, este fruto também se destaca pelo seu elevado teor de sais minerais, açúcares e principalmente de fibras alimentares, que correspondem a aproximadamente 50% de sua composição centesimal (LEITE *et al.*, 2017).

O consumo de fibras dietéticas tem sido associado a efeitos benéficos para o organismo humano, responsáveis por alterações nas funções gastrointestinais, aumento da massa fecal, alteração na sensação de saciedade, e redução da lipídemia, da glicemia e insulina pós-prandial, além da redução dos níveis séricos de lipídeos, tais como o colesterol total e a lipoproteína de baixa densidade (LDL), considerados importantes fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, conseqüentemente diminuindo os riscos de muitas doenças crônicas não transmissíveis e melhorando a qualidade de vida das pessoas (MILANE, 2008)

Ainda que se tenha conhecimento sobre fibras alimentares e suas propriedades, estudos indicam que a ingestão de alimentos com fibras, pela população brasileira, tem decaído ao longo do tempo possivelmente pelo consumo muito aquém do recomendado para frutas, verduras e legumes (IBGE, 2011). Uma das alternativas sugerida para compensar a deficiência de fibra na dieta é a sua adição em produtos alimentícios.

O mercado brasileiro de embutidos cárneos está expandindo e ganhando competitividade, a linguiça é um dos mais produzidos, possivelmente por ser de fácil elaboração, baixo custo e especialmente por fazer parte do hábito alimentar de uma parcela considerável de consumidores brasileiros (SANTOS, 2015).

Neste contexto, a polpa do jatobá passa a ser matéria-prima potencialmente capaz de elevar o teor de fibras em produtos alimentícios, dentre eles os embutidos cárneos, favorecendo o aumento da ingestão destes nutrientes. Assim, o objetivo desse trabalho foi elaborar e avaliar centesimalmente e sensorialmente um produto cárneo do tipo “embutido”, contendo fibras provenientes da farinha de jatobá.

Material e métodos

Os frutos de jatobá foram coletados na Fazenda Experimental do Moura – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha Mucuri (UFVJM). Foram escolhidos manualmente os frutos

morfologicamente perfeitos, caídos no chão e dispostos em todas as faces (norte, sul, leste e oeste). Em seguida foram levados ao laboratório, lavados em água corrente, higienizados em solução de hipoclorito a 100 ppm de cloro ativo por 10 minutos e enxaguados em água destilada. Após secagem em temperatura ambiente, tiveram suas cascas removidas, a polpa separada manualmente, acondicionada em embalagem plástica, rotulada e armazenada em freezer à -18°C até seu processamento. A polpa do jatobá foi processada a 55°C por 5 horas e o material foi moído e peneirado utilizando-se peneira de 100 mesh para a obtenção de farinha homogênea. Posteriormente, a farinha foi acondicionada em sacos plásticos e armazenada a -18°C, protegida da luz. Em seguida foi quantificado os teores de fibras totais pelo método enzimático gravimétrico.

Foram elaboradas formulações do tipo “linguiça” (Tabela 1), com diferentes concentrações de farinha de jatobá, a partir de uma formulação controle, sem farinha de jatobá. Primeiramente foi definido o mínimo de farinha de jatobá que cada formulação deveria conter para atender ao critério de o produto final apresentar um mínimo de 3g de fibra/100g de alimento, conforme a recomendação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária portaria nº 243 de 26 de julho de 2018 (BRASIL, 2018), para produtos fontes de fibra.

Tabela 1 – Ingredientes da formulação controle e das formulações contendo farinha de jatobá (g/100g).

Ingredientes	Formulações		
	Controle	FA	FB
Pernil suíno	80	76,2	78,1
Toucinho	20	8,8	14,4
Farinha de jatobá	-	15,0	7,5
Sal	2,4	2,4	2,4
Pimenta do reino	0,05	0,1	0,1
Alho	0,1	0,1	0,1

Fonte: Dos autores, 2019.

FA = formulação contendo 7,0 gramas de fibra de jatobá/100g produto; FB = formulação contendo 3,5 gramas de fibra de jatobá/100g produto.

Considerando o teor de fibra alimentar da farinha de jatobá a formulação “FA” com 15 gramas da farinha ficou com 7,0 gramas de fibras e a “FB” com 7,5 gramas de farinha ficou com 3,5 gramas de fibras. Os ajustes tecnológicos foram feitos proporcionalmente na quantidade de pernil e toucinho.

A carne suína e demais ingredientes empregados na formulação do embutido, foram obtidos no comércio local da cidade de Diamantina-MG (Tabela 1). Para o preparo das formulações, inicialmente o envoltório animal (tripa de porco) utilizado sofreu um processo de lavagem em ácido acético a 5% e água corrente para a retirada do odor característico e hidratação. A carne suína e os demais ingredientes foram misturados até a obtenção de uma massa homogênea. Esta foi coberta com filme plástico e acondicionada a $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ por 2 horas. Em seguida a massa foi transferida para a embutideira (CAF E8 inox) e embutida no envoltório animal, o qual foi amarrado ou torcida em segmentos (gomos), sendo padronizando um diâmetro de 3 cm. O embutido foi acondicionado em embalagem plástica, rotulado e armazenado a $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Após este período, os produtos FA (formulação contendo 3,5g fibra de farinha de jatobá por 100 g de produto) e FB (formulação contendo 7,1g fibra de farinha de jatobá por 100 g de produto) foram submetidos à cocção em calor seco, em forno elétrico (Mondial, Mondial Pratic Cook FR-04) a uma temperatura de 180°C por 30 minutos.

A composição centesimal (umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos totais) das formulações foi determinada seguindo as metodologias da AOAC (2000). A análise de proteínas totais utilizou 6,25 como fator de conversão do nitrogênio em proteína. A determinação de carboidratos foi feita pela diferença entre 100% e os outros compostos. Todas as análises foram feitas em triplicata. O valor calórico foi calculado usando os fatores de conversão de Atwater de 4 kcal/100 g para carboidratos e proteínas e 9 kcal/100 g para lipídeos.

A análise sensorial foi realizada com 40 provadores não treinados, escolhidos ao acaso, de ambos os sexos, potenciais consumidores do produto elaborado. Os atributos cor, aroma, sabor e textura, bem como a impressão global foram avaliados por meio de um teste afetivo de aceitação, utilizando escala hedônica estruturada de sete pontos. Para cada atributo, os provadores atribuíram notas (escores) que variavam de 1 a 7, onde o escore mais alto significava “gostei extremamente” e o escore mais baixo, “desgostei extremamente”.

O índice de aceitabilidade (IA) foi então calculado por meio da seguinte equação:

$$\text{IA} = \text{Nota atribuída pelo provador} \times 100 / \text{Nota máxima atribuída no teste}$$

Foi considerado como um IA aceitável um valor igual ou superior a 70% (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987).

As diferenças entre a composição química e os escores de aceitabilidade atribuídos às formulações A e B foram testadas por meio de Análise de Variância (ANOVA – *main effects*), e teste

Tukey *à posteriori*, quando necessário. Utilizou-se para tal, o software Statística 10.0 e considerou-se o nível de significância de 5%.

Resultados e discussão

O teor de fibras totais da farinha de jatobá determinado foi de 47,23g/100g, sendo este ligeiramente superior aos 44,3g/100g obtidos Cardoso *et al.* (2013). Logo, a farinha de jatobá poderia ser utilizada na indústria de alimentos para produção de alimentos com propriedades funcionais.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da composição centesimal e densidade calórica das formulações. Todas as formulações atenderam à legislação vigente que estabelece máximo de 70% de umidade para as linguiças frescas (BRASIL, 2017). Os teores de umidade de FA e FB não diferiram entre si, e foram significativamente superiores à formulação controle ($p < 0,05$), o que pode ser explicado pela higroscopicidade das fibras presentes na farinha de jatobá (SILVA *et al.*, 2009). Em relação às cinzas, a FB foi superior à FA, mas não diferiu da formulação controle. A formulação controle apresentou teor de proteínas significativamente maior que demais, tal fato se justifica pela substituição de parte do conteúdo cárneo das formulações por farinha de jatobá, que apresenta conteúdo proteico.

Tabela 2 – Composição centesimal (g/100g) e densidade calórica (Kcal/100g) das formulações contendo farinha de jatobá e da formulação controle*.

Constituintes	Controle	FA	FB
Umidade	43,73 ^a ± 0,70	51,36 ^b ± 0,42	52,69 ^b ± 0,43
Cinzas	2,15 ^a ± 0,02	2,06 ^a ± 0,09	1,86 ^b ± 0,05
Proteínas	24,38 ^a ± 2,73	11,34 ^b ± 0,31	15,79 ^b ± 1,38
Lipídeos	25,24 ^a ± 2,73	15,18 ^c ± 0,23	18,51 ^b ± 0,26
Fibras	-	7,0	3,5
Carboidratos	4,50 ^c ± 2,09	12,96 ^a ± 0,46	7,65 ^b ± 1,47
Densidade calórica	342,69 ^a ± 3,24	233,84 ^c ± 2,64	260,36 ^b ± 2,94

Fonte: Dos autores, 2019.

Valores expressos como média ± desvio padrão. Médias seguidas por letras diferentes (linha) diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste Tukey. FA = formulação contendo 7,0 g de fibra de jatobá/100g produto; FB = formulação contendo 3,5 g de fibra de jatobá/100g produto; Controle = formulação controle.

Todas as amostras diferiram significativamente em relação ao conteúdo de lipídeos ($p < 0,05$).

Em virtude da redução proporcional do toucinho nas formulações com adição de farinha de jatobá, estas obtiveram menores teores de lipídeos quando comparadas ao controle.

A redução da quantidade de lipídeos de FA e FB foi de 26,67% e 39,85%, respectivamente, em relação à formulação controle. A redução de lipídeos, *per se*, presentes nos embutidos pode levar a alterações em características desejáveis como a suculência, sabor e aroma, logo a substituição destes por amidos e farinhas pode ser desejável, devido à sua capacidade para ligar e reter a umidade (LISBOA, 2008). A quantidade de carboidratos totais foi maior quanto maior o incremento de farinha de jatobá, o que, juntamente com as modificações nas proteínas e lipídeos, promoveu alterações no valor calórico das formulações em relação a controle.

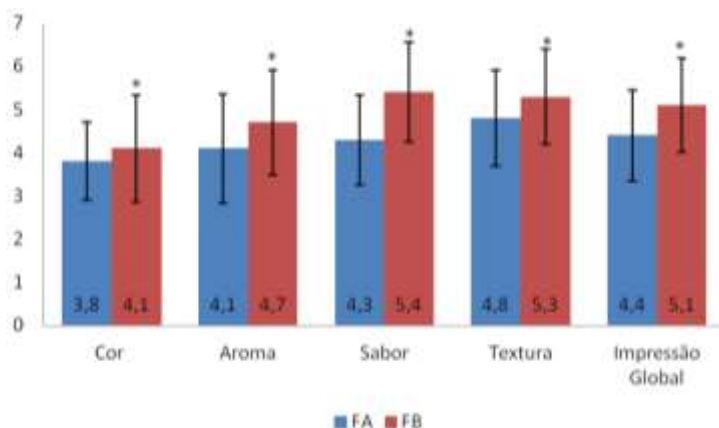
Análise sensorial

Participaram do estudo 40 julgadores voluntários não treinados, sendo 60% do sexo feminino. As idades variaram entre 18 e 28 anos sendo todos universitários. As notas médias atribuídas à FB foram superiores às notas da FA ($p < 0,05$) para todos os atributos avaliados (Figura 1). As notas médias para cada formulação indicaram uma boa aceitação da FB e indiferença para a FA. Estes resultados contestam os encontrados por Santos et al (2015) que não observou diferenças significativa em nenhum dos atributos analisados em análise sensorial, entre as amostras de linguiça fresca elaboradas com diferentes concentrações de gordura suína.

Dentre os atributos, o sabor e a textura da FB se destacaram com notas médias situadas na escala hedônica como “gostei”, com relatos de sabor semelhante ao das linguiças tradicionais, o que reforça um melhor desempenho desta formulação do ponto de vista sensorial. As características físico-químicas peculiares e intensos da farinha de jatobá, influenciaram na avaliação de FA, visto que alguns julgadores descreveram os atributos “sabor e aroma como muito forte”, “textura pastosa e estranha”, “cor estranha e não atrativa”, que poderia justificar as notas médias dos atributos na escala hedônica como “não gostei/nem desgostei”.

O índice de aceitabilidade da FB foi de 72,8%, enquanto o da FA foi de 62,1%. De acordo com Teixeira; Meinert e Barbeta (1987), para que um produto seja considerado como aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário apresentar índice de aceitabilidade de, no mínimo, 70%. Sendo assim, verifica-se que apenas a FB apresentou boa aceitabilidade.

Gráfico 1 - Distribuição dos escores atribuídos para cor, aroma, sabor, textura e para a impressão global em relação às Formulações A e B, por julgadores não treinados.

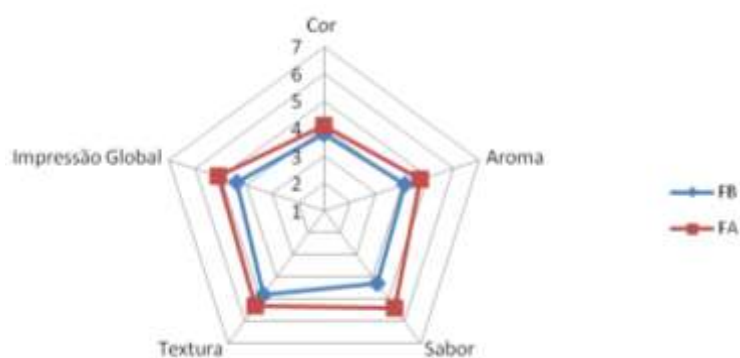


Fonte: Dos autores, 2019.

*Significativo (p<0,05) pelo Teste Tukey.

A Figura 2 posiciona as médias recebidas em relação aos atributos e a impressão global das formulações. Cada eixo tem uma escala de 1 a 7 e a posição da etapa produtiva é definida nesta escala por um ponto. Desta forma, um total de sete pontos dispostos em círculo, unidos por linhas, formam um polígono fechado.

Figura 2 - Perfil de aceitabilidade para os atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global das formulações A e B, de acordo com a opinião de julgadores não treinados.



Fonte: Dos autores, 2019.

O padrão de excelência proposto é representado pelo círculo externo do gráfico, ou seja, média 7 em todos os atributos. Assim, como pode ser observada, a FA se aproximou mais da forma de círculo da área periférica tendo sua aceitação maior que a de FB.

Reconhecendo as limitações dos testes a nível laboratorial, os resultados obtidos demonstram que a formulação contendo 3,5g de fibras foi bem aceita. Recomenda-se também realizar testes sensoriais de intenção de consumo.

Conclusões

A farinha de jatobá é uma fonte expressiva de nutrientes, especialmente de fibras. A adição de farinha de jatobá na proporção de 3,5g de fibra/100g de produto final possibilitou a elaboração de uma formulação do tipo embutido, a qual apresentou boa aceitação por julgadores não treinados. A utilização da farinha de jatobá como fonte de fibras na elaboração de produtos alimentícios, pode ser uma alternativa viável para incentivar o consumo de produtos mais saudáveis tanto do ponto de vista nutricional como de valorização dos recursos naturais do Cerrado.

Referências bibliográficas

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (2000). **Official methods of analysis of AOAC International**. 19. ed., Washington, D.C.: AOAC International.
- BRASIL: INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 33, DE 5 DE SETEMBRO DE 2017. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Linguiça, Diário Oficial da União, Poder Executivo 15 de setembro de 2017
- BRASIL: Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 243 de 26 de julho de 2018. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos suplementos alimentares. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 27 de julho de 2018
- CARDOSO, L. M., BEDETTI, S. F., RIBEIRO, S. M. R., ESTEVES, E. A., & PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. (2013). 'Jatoba do cerrado' (*Hymenaea stigonocarpa*): chemical composition, carotenoids and vitamins in an exotic fruit from the Brazilian Savannah. *Fruits*, 68(2), 95-107.
- DE MENEZES FILHO, A. C. P.; OLIVEIRA FILHO, J.; DEMINSKI, G.; JESUS, A.; ANDRADE, M.; DE SOUZA CASTRO, C. F. (2019). Avaliação colorimétrica e caracterização morfológica por microscopia óptica de alta resolução das farinhas dos frutos do jatobá, jambolão e siriguela. **Multi-Science Journal**, v. 2, n. 1, p. 16-22.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2011). **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil** / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro/IBGE.
- LEITE, B. N.; FEITOSA, B. F.; ROCHA, E. M. F. F. (2017). Formulação e caracterização de biscoito amanteigado à base de farinha de jatobá, adoçado com farinha de rapadura. **Tecnologia & Ciências Agropecuárias**, v. 11, n. 4, p. 55-61.
- LISBOA, C. G. S. (2008). **Possibilidade de uso de polissacarídeos de plantas extraídos de diferentes fontes, uma perspectiva de sustentabilidade**. 2008, 254p. Tese (Doutorado em Biologia Celular) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MILANE, L. C.; JORDÃO, Í. S. C. (2008). Utilização de fibras no tratamento dietoterápico da síndrome metabólica. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, São Paulo v. 2, n. 12, p. 539-546, nov./dez.
- SANTOS, J.S., DOS SANTOS FILHO, W.L.G, MACIEL, L.G., ANDRADE, A.P.S. (2015). Análise sensorial de linguiça frescal com diferentes teores de gordura. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.17, n.3, p.309-315, 2
- SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P.; CHANG, Y. K. (2009). Uso de farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) em biscoitos tipo “cookie”. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 10, n. 1.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. (1987). **Análise sensorial de alimentos** (Série Didática). Florianópolis: Editora da UFSC.

Capítulo 60

Análise Sensorial de barra de frutas elaboradas com farinha da torta de buriti (*Mauritia flexuosa* L.)

Rafaela Pereira de Assis Barbosa*¹; Ana Flávia Dias Costa¹; Carla Beatriz Silva¹; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira², Juliana Pinto de Lima³; Claudia Regina Vieira³

Resumo

O Bioma Cerrado possui potencial na obtenção de várias espécies frutíferas, dentre elas o buriti que se destaca pelo seu rico valor nutricional. A partir da polpa do fruto é extraído um óleo comestível que possui propriedades sensoriais e nutricionais importantes. O resíduo gerado a partir da extração desde óleo, a torta, possui potencial para aproveitamento em forma de farinha na indústria alimentícia, podendo ser incorporada em diversos produtos e diminuindo assim o impacto ambiental causado. O objetivo deste estudo foi avaliar as características sensoriais de barras de frutas elaboradas com diferentes proporções de farinha da torta de buriti. Foram elaboradas três formulações de barras de frutas contendo 30, 40 e 50 % de farinha em substituição a banana prata. A análise sensorial foi realizada por 52 provadores não treinados, e destes 98 % não tinham hábito de consumir buriti. Os resultados encontrados demonstraram que as barras foram bem aceitas sensorialmente com notas superiores a 6,35 para todos atributos. Em relação a intenção de compra, a amostra BB30% recebeu maior escore, sugerindo a elaboração de barras de frutas utilizando 30% da farinha de torta de buriti. A elaboração desse produto também promoverá redução do impacto ambiental causado por seu descarte.

Palavras-chave: Aceitabilidade. Aproveitamento de resíduos. Frutos do Cerrado.

Introdução

O Bioma Cerrado possui fauna e flora diversificada, apresentando potencial na obtenção de várias espécies frutíferas, como por exemplo, a macaúba (*Acrocomia aculeata*), jerivá (*Syagrus*

¹Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

²Técnica Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³Professoras Adjunto do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: rafaela-barbosa1@hotmail.com

romanzoffiana Cham Glassm), o barú (*Dypteryx alata*) e o buriti (*Mauritia flexuosa*) (NABOUT *et al.*, 2015).

O Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) se destaca entre as espécies do cerrado, por possuir quantidades superiores de compostos antioxidantes, como os carotenóides, polifenóis e ácido ascórbico. Seu conteúdo lipídico é composto basicamente de tocoferol pelos ácidos graxos: oléico, palmítico e ômega-9. Além disso, são evidenciados teores significativos de aminoácidos sulfurados, triptofano precursor de niacina, fibras e minerais (MANHÃES, 2007).

A partir da polpa do fruto é extraído um óleo comestível que possui propriedades sensoriais e nutricionais importantes, com aplicações nas indústrias de alimentos e de cosméticos (MOURA FILHO, 2017). O processo de extração do óleo gera resíduos com potenciais de aproveitamento, como a torta de buriti, que pode ser utilizada para obtenção de farinha, um ingrediente presente na formulação de vários alimentos, como forma de substituição parcial ou total (SANTOS *et al.*, 2011).

Nos últimos anos, houve aumento no interesse pela exploração de resíduos em diferentes áreas devido ao baixo custo, sua alta disponibilidade e a necessidade de minimizar o impacto ambiental causado (CASAS; SANDOVAL, 2014; GONZALEZ; GÓMEZ; ABAD, 2017).

Dessa forma, visando à agregação de valor comercial a um fruto regional do cerrado e o aproveitamento de resíduos, objetivou-se com este trabalho avaliar as características sensoriais de barras de frutas elaboradas com diferentes proporções de farinha da torta de buriti.

Material e métodos

Elaboração das barras de frutas

A farinha da torta de buriti foi cedida pela Cooperativa Grande Sertão. Os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local de Montes Claros, Minas Gerais.

Foram elaboradas três formulações contendo 30, 40 e 50 % de farinha da torta de buriti (BB30%, BB40% e BB50%, respectivamente) sobre o total de banana prata utilizada (Tabela 1).

Para o processamento da barra de frutas, inicialmente fez-se a higienização da banana prata com solução clorada a 50 ppm, as bananas foram então descascadas e homogeneizadas utilizando mix. Os ingredientes foram pesados em balança analítica e reservados. Logo após o açúcar foi caramelizado e a este foi adicionado a água, que com a fervura dissolveu todo o caramelo formado. Após este procedimento, ainda sob aquecimento, adicionou-se a banana e a farinha de buriti em suas devidas proporções e continuou-se com a mistura durante 6 minutos para a formulação BB30%, 4

minutos para a formulação BB40% e 3 minutos para a formulação BB50%. O produto formado foi reservado sobre papel filme durante 25 minutos e logo após cortado com aproximadamente 1x1 cm. Por fim, as barras foram cobertas com chocolate ao leite, acondicionadas em vidros fechados hermeticamente e sob refrigeração até análise sensorial.

Tabela 1 - Ingredientes utilizados para a formulação das barras de frutas com diferentes proporções de buriti

Ingredientes (g)	BB30% ¹	BB40% ²	BB50% ³
Banana prata	70	60	50
Farinha de buriti	30	40	50
Açúcar	60	60	60
Água	50	50	50
Chocolate ao leite*	80	80	80

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ BB30: barra de frutas com 30 % de tora de buriti; ² BB40: barra de frutas com 40 % de tora de buriti; ³ BB50: barra de frutas com 50 % de tora de buriti.

Nota: * ingrediente utilizado para cobertura, sendo a quantidade utilizada por formulação por aproximação.

Análise sensorial

A análise sensorial dos produtos foi conduzida no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG).

Os 52 provadores não treinados receberam as três amostras codificadas em três dígitos de forma monádica e água, receberam ainda o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) para Pesquisa com Seres Humanos em duas vias, sendo uma destinada aos pesquisadores e a outra ao colaborador da pesquisa. Os provadores receberam também um questionário de coleta de dados com identificação, teste de aceitação e intenção de compra e consumo. O projeto foi previamente submetido ao COEP (Comitê de Ética em Pesquisa) da UFMG e possui o número de aprovação CAAE: 85229418.8.0000.5149.

Para o teste de aceitação (método 165/IV) foi empregada uma escala hedônica híbrida de 9 pontos na qual o número 1 corresponde à expressão “desgostei extremamente” e o 9 à expressão “gostei extremamente” (IAL, 2008).

A intenção consumo (método 167/IV) dos provadores foi avaliada por meio de uma escala de sete pontos na qual o número 1 corresponde à expressão “nunca comeria” e número 7 ao termo “comeria sempre” e a intenção de compra foi avaliada por meio de uma escala de 5 pontos, onde à

expressão “certamente não compraria” corresponde ao número 1 e o número 5 ao termo “certamente compraria” (IAL, 2008).

Análise estatística

Os resultados foram avaliados estatisticamente, por delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA), utilizando o software R. A comparação entre as médias encontradas neste estudo foi feita pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Resultados e discussão

Participaram desse estudo, 52 provadores sendo 54 % do sexo feminino e 46 % do masculino. Entre esses, 98 % possuem idade até 35 anos, 48 % tem o hábito de consumir barra de frutas, e apenas 2 % deles consomem buriti.

No Gráfico 1 estão apresentados os resultados para o teste de aceitação das barras de buriti.

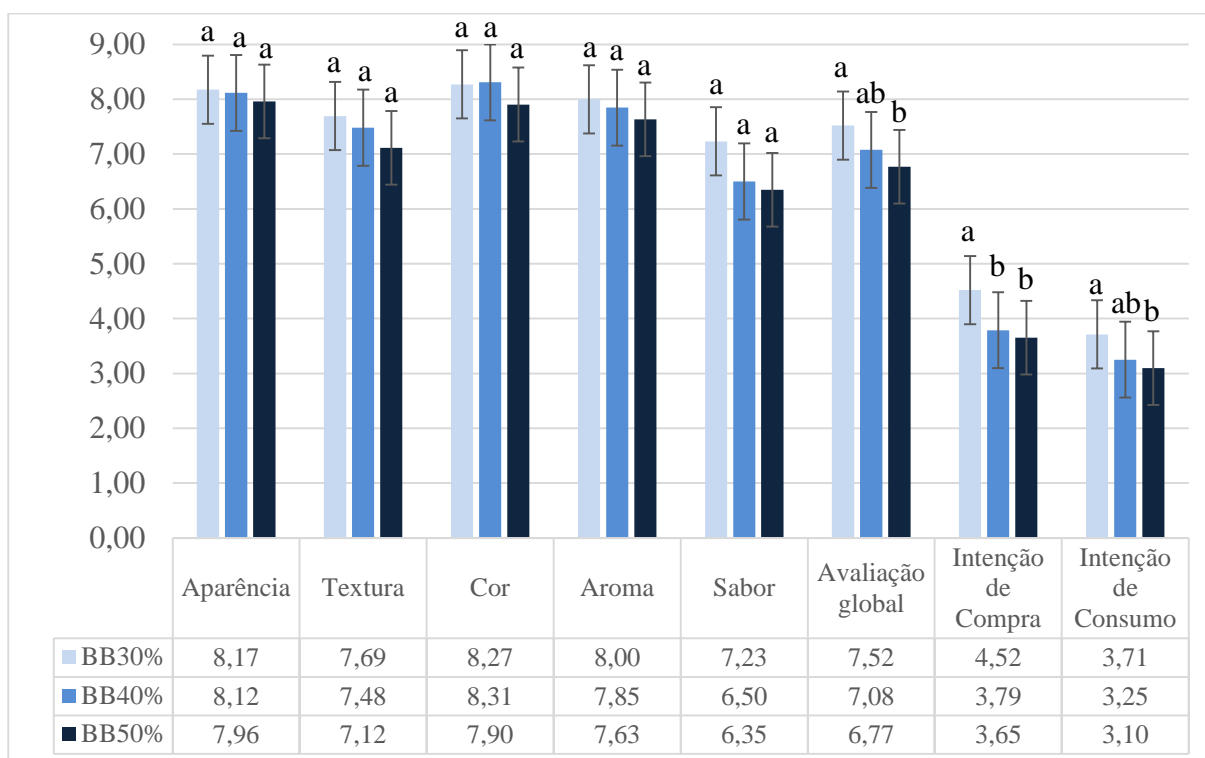
As amostras não difeririam entre si a 5 % de significância pelo teste de Tukey, quanto aos atributos avaliados, exceto para avaliação global, em que a amostra BB30% recebeu notas significativamente superiores as da amostra BB50%, entretanto foram iguais as da BB40%, sendo esta última, estatisticamente igual a BB50%.

Em relação a intenção de compra, a amostra BB30% recebeu nota (4,52) superior as demais, enquanto que a BB40% e a BB50% foram estatisticamente iguais. Para intenção de consumo, as amostras BB30% e BB40%, bem como as amostras BB40% e BB50% não diferiram estatisticamente entre si. Sugere-se que as melhores médias foram atribuídas às amostras com 30 e 40 % de farinha da torta de buriti devido ao perfil dos provadores, considerando que 98 % não possuíam o hábito de consumir buriti, com isso podem ter apreciado menos o produto com maior teor (50 %), já que não se trata de um gosto habitual em sua dieta.

Salleh, Ying e Mousavi (2017) elaboraram barra de frutas com sapodilla, (*Manilkara zapota* L.) e obtiveram resultados de aceitação inferiores ao encontrado nesta pesquisa.

Santos *et al.* (2011) avaliaram sensorialmente em seu estudo biscoitos elaborados com 10 % de farinha de buriti e obtiveram boa aceitação em relação aos atributos avaliados (sabor, textura, aroma e impressão global) com percentuais superiores a 80 %. Já Cardoso *et al.* (2017) ao analisarem sensorialmente barras de cereais enriquecidas com 10, 20 e 30 % de farinha de buriti obtiveram melhor aceitação para a barra de cereais enriquecida com 30 %, quando compiladas as de 10 %, com médias entre 8,1.

Gráfico 1 – Teste de Aceitação das barras de buriti



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: Teste de aceitação: escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9); Intenção de consumo: escala de sete pontos, variando de “nunca comeria” (1) a “certamente comeria” (7); Intenção de compra: escala de cinco pontos, variando de “nunca compraria” (1) a “certamente compraria” (5); BB30%: barra de frutas com 30% da torta de buriti; BB40% barra de frutas com 40% da torta de buriti; BB50% barra de frutas com 50% da torta de buriti.

Nota: Médias acompanhadas por letras iguais, para um mesmo atributo, não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Da Silva *et al.* (2016) ao analisarem barras suplementares com farinha de diferentes frutos do cerrado, perceberam que a farinha de jerivá melhorou a aceitabilidade sensorial das barras.

Neste estudo, podemos observar que a BB30% obteve as médias mais próximas do estudo realizado por Cardoso *et al.* (2017), quando comparadas as concentrações, apresentando 80 % para os atributos de aparência, cor e aroma e 70 % para os atributos de textura sabor e avaliação global.

Conclusão

Os resultados encontrados demonstraram que todas as barras elaboradas com a farinha da torta de buriti não diferiram estatisticamente entre si para os atributos avaliados, exceto para avaliação global, sugerindo que quaisquer das formulações apresentam potencial de aceitação pelos consumidores. Entretanto, em relação a intenção de compra, a amostra BB30% recebeu maior escore,

sugerindo que a elaboração de barras de frutas utilizando 30 % da farinha de torta de buriti, teria maior potencial de comercialização. Além disso, pode-se concluir que a elaboração desse produto também promoverá redução do impacto ambiental causado pelo descarte da torta de buriti.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Cooperativa Grande Sertão pela doação da farinha da torta de buriti.

Referência

- CARDOSO, I. R. M. *et al.* Elaboration of a cereal bar enhanced with flour of buriti pulp (*Mauritia flexuosa* L.). **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 4, n. 2, p. 99-106, 2017.
- CASAS, L.; SANDOVAL, C. Enzimas en la valorización de residuos agroindustriales. **Revista Digital Universitária**, v. 15, n.12, p.1-15, 2014.
- DA SILVA, E. P. *et al.* Effect of adding flours from marolo fruit (*Annona crassiflora* Mart) and jerivá fruit (*Syagrus romanzoffiana* Cham Glassm) on the physicals and sensory characteristics of food bars. **Food Science and Technology**, v. 36, n. 1, p. 140-144, 2016.
- GONZALEZ, L. V. P. GÓMEZ, S. P. M. ABAD, P. A. G. Aprovechamiento de residuos agroindustriales em Colombia. **Revista de Investigación Agraria y Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 141-150, 2017.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 1020 p. 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- MANHÃES, L. R. T. **Caracterização da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*, Mart.) com vista sua utilização como alimento funcional**. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.
- MOURA FILHO, J. M. **Preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L): produção, caracterização e aplicação em leite fermentado**. 2017. 124f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2017.
- NABOUT, J. C. *et al.* Trends and gaps of the scientific literature on the Cerrado biome: A scientometric analysis. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 10 n. 1, p.2-8, 2015.
- SALLEH, R. M.; YING, T. L.; MOUSEVI, L. Development of fruit bar using sapodilla (*Manilkara Zapota* L.). **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 2, p. 1-7, 2017.
- SANTOS, C. A. dos *et al.* Elaboração de biscoito de farinha de buriti (*Mauritia flexuosa* L. f) com e sem adição de aveia (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 5, n. 1, p. 262-273, 2011.

Capítulo 61

Biscoitos tipo aperitivo elaborados com farinha de batata doce e alimentos funcionais

Ana Flávia Dias Costa*¹; Breno Soares da Silva¹; Rafaela Pereira de Assis Barbosa¹; Karolina Soares da Silva¹; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira²; Claudia Regina Vieira³

Resumo

A batata doce (*Ipomea batatas* L.) apresenta um alto valor energético e nutritivo, contendo um alto teor de vitaminas do complexo A e B. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo a formulação de biscoitos do tipo aperitivo utilizando farinha mista de batata doce e outros alimentos com apelo funcional. Foram elaboradas formulações de biscoito padrão (100 % de fécula de mandioca) e com substituição de farinha de batata doce nas concentrações de 30 % e 40 %. Os biscoitos foram avaliados sensorialmente quanto a dureza em relação a intensidade de adição da farinha de batata doce, aceitabilidade e testes de intenção de compra e consumo. Observou-se que a adição de farinha de batata doce aumentou a dureza dos biscoitos, sendo positivo para esse tipo de produto. Em relação aos atributos avaliados no teste de aceitabilidade, a adição de farinha de batata doce não influenciou significativamente, somente para cor e aparência, receberam menores valores que o padrão. Ainda assim, pode-se afirmar que a substituição parcial de fécula de mandioca por farinha de batata doce com adição de alimentos funcionais, além de incrementar o valor nutricional dos biscoitos possibilitou a produção de biscoitos sensorialmente bem aceitos.

Palavras-chave: Aceitação. *Ipomea batatas*. Panificação.

Introdução

A batata doce (*Ipomea batatas* L.) é uma tuberosa calórica, rica em amido e apresenta em média 70,0 % de umidade, 0,61 % de fibras, 26,0 % de carboidrato e 1,05 % de cinzas (CEREDA; WOSIACKI; CONCEIÇÃO, 1985).

¹ Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Técnica Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Professora Adjunto do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: ana.100ana@hotmail.com

Segundo Jow *et al.* (2007) é considerada uma hortaliça altamente energética e nutritiva, apresentando alto teor de vitaminas complexo B e A. Devido seu baixo índice glicêmico, é capaz de reduzir a sensação de fome e aumenta a sensação de saciedade, contribuindo para o controle de peso.

De acordo com a Resolução-RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, a ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a farinha é definida como o produto obtido das raízes de tubérculos submetidas a processos tecnológicos adequados de fabricação e beneficiamento, classificando-a em grupo, subgrupo, classe e tipo, de acordo com o processo tecnológico de fabricação utilizado, sua granulometria, sua coloração e sua qualidade respectivamente (BRASIL, 2005).

De acordo com a mesma legislação, biscoitos ou bolachas são produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e/ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não, podendo apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2005).

A busca pela utilização de diferentes matérias-primas para se obter novos produtos a nível industrial, com foco na exploração das propriedades funcionais e tecnológicas dos componentes destas matérias-primas têm sido o objetivo de diferentes pesquisadores.

De acordo com Vidal (2016), entre estes novos produtos estão os biscoitos, que são consumidos por pessoas de todas as idades e amplamente distribuídos por possuir vida de prateleira prolongada. Pela necessidade de atender a um público diferenciado, que busca alimentos mais saudáveis e com algum apelo funcional, os biscoitos têm sido um dos principais alvos da indústria de alimentos, que busca desenvolver produtos que venham a atender as necessidades dos consumidores.

O presente trabalho teve como objetivo melhorar a composição de biscoitos salgados através da elaboração de um tipo aperitivo, feito por meio da substituição parcial da fécula de mandioca pela farinha de batata doce, acrescentando também produtos funcionais, tais como: chia, quinoa em pó, amaranto em pó e farinha de linhaça, obtendo assim uma nova alternativa para o lanche dos consumidores.

Material e métodos

A farinha de batata doce, bem como os demais ingredientes utilizados para a elaboração dos biscoitos tipo aperitivo, foram adquiridos em comércio local na cidade de Montes Claros- MG. A formulação padrão utilizada foi obtida por meio de vários testes preliminares e descritos na Tabela 1. Os testes também indicaram a inviabilidade de se utilizar níveis de farinha de batata doce superiores à 40 %.

Os biscoitos foram preparados misturando primeiro os ingredientes secos como: fécula de mandioca, farinha de batata doce, chia, farinha de linhaça, amaranto em pó, quinoa em pó, cebola em pó, alho em pó e sal, simultaneamente o óleo e a água foram levados ao forno micro-ondas por um período de 30 segundos, sendo posteriormente misturados aos ingredientes secos e homogeneizados novamente. Após a mistura completa dos ingredientes secos com a água e óleo, os ingredientes foram levados à batedeira planetária, onde então foram adicionadas somente as claras dos ovos e homogeneizados por 5 minutos. Após esse tempo, a massa do biscoito foi transferida para uma manga de confeiteiro onde ocorreu a extrusão já em forma forrada com papel alumínio e untada com o óleo vegetal. Os biscoitos foram assados em forno a 180°C por 15 minutos.

Tabela 1 – Formulação de biscoitos do tipo aperitivo sem e com farinha de batata doce

Ingredientes	BP ¹	BD 30 % ²	BD 40 % ³
Fécula de mandioca (g)	100	70	60
Farinha de batata doce (g)	0	30	40
Chia in natura (g)	8	8	8
Farinha de Linhaça (g)	4	4	4
Amaranto em pó (g)	4	4	4
Quinoa em pó (g)	4	4	4
Cebola em pó (g)	4	4	4
Alho em pó (g)	1	1	1
Sal (g)	2,2	2,2	2,2
Óleo vegetal (mL)	30	30	30
Água (mL)	30	30	30
Clara do ovo (unidade)	2	2	2

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹BP: Biscoito padrão; ²BD 30 %: Biscoito com 30 % de batata doce; ³BD 40 %: Biscoito com 40 % de batata doce

A análise sensorial dos biscoitos foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG) em cabines individuais. Foram recrutados provadores não treinados, sendo que o recrutamento destes ocorreu por meio de convite divulgado por e-mail e nos murais da comunidade do ICA/UFMG.

Para realização dos testes os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) segundo o Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG (CAAE: 97454718.1.0000.5149), em duas vias.

Para avaliação dos biscoitos foi empregado o teste de ordenação em relação a intensidade do sabor de batata doce (método 157/IV) e de dureza (método 160/IV), com escala variando de muito duro (1) a muito mole (7), entre as amostras preparadas com a farinha de batata doce e o padrão. O teste de aceitação (método 165/IV) foi composto por escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9). Os atributos avaliados foram aparência, sabor, cor, aroma, textura e avaliação global. Os provadores também foram solicitados a avaliarem o produto quanto à intenção de consumo (método 167/IV), por meio da escala de sete pontos, variando de “nunca comeria” (1) a “certamente comeria” (7), e intenção de compra (método 167/IV), por meio de escala de cinco pontos, variando de “nunca compraria” (1) a “certamente compraria” (5). Os testes foram realizados conforme as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Para todos os testes, as amostras foram servidas por porções de 10g em pratos plásticos descartáveis, codificados com números de três dígitos, acompanhada de água para reduzir a influência de uma amostra sobre a outra. Os provadores receberam uma ficha de avaliação, para preenchimento de dados como sexo, faixa etária, hábito de consumo de biscoitos de polvilho e se consomem batata doce.

Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (I.A), foi utilizada a seguinte expressão: $IA (\%) = A \times 100/B$, onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987), para avaliação global.

A avaliação estatística do teste de ordenação foi feita pelo teste de Friedman a 5 % de significância utilizando a tabela de Newell e MacFarlane para verificar se houve ou não diferença significativa entre amostras (IAL, 2008). No teste de aceitação sensorial o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, onde foram analisados estatisticamente utilizando a Análise de Variância (ANOVA). As diferenças foram consideradas significativas para $p < 0,05$, com intervalo de confiança de 95 % pelo Teste de Tukey. O programa utilizado para as análises foi o software R.

Resultados e discussão

Dos 51 provadores que participaram do estudo, 63 % eram do sexo feminino e 37 % masculino. Dentre esses, 71 % possuem idade inferior a 25 anos, 69 % tem o hábito de consumer biscoito de polvilho e 78 % consomem batata doce.

Com relação ao teste de ordenação, a amostra BP obteve um somatório de notas de 102, amostra BD 30 % de 94 e a amostra BD 40 % recebeu um somatório de 92. Com o número de três amostras avaliadas por 51 provadores, utilizou-se a tabela de Newel e MacFarlane, para obter a diferença crítica entre os totais de ordenação (IAL, 2008). As diferenças entre as soma das ordens

entre todas as amostras diferiram por um valor menor ao valor tabelado (crítico), ou seja, não existem diferenças significativas, à 5 % de significância, entre elas. Pode-se então afirmar que os provadores não sentiram diferença entre a intensidade do sabor de batata doce. Este aspecto sugere que pode ser acrescentada a farinha de batata doce nesses produtos, contribuindo para o enriquecimento nutricional, sem que modifique as características sensoriais dos mesmos.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados para o teste de aceitação dos biscoitos, onde é possível verificar por meio dos valores descritos que as três formulações (BP, 30 % BD, 40 % BD) foram aceitas pelos provadores, apresentando notas superiores a 6 (gostei ligeiramente) para todos os atributos sensoriais. Entretanto a formulação sem a substituição da farinha de batata doce (BP) apresentou maior receptividade para o atributo aparência e cor, o que pode explicar tal fato é o escurecimento das amostras que tinham substituição da fécula de mandioca pela farinha de batata doce, que também explica a diminuição da expansão do biscoito com o aumento da sua concentração. Obtendo assim amostras com uma característica de dureza, podendo classificá-las como um alimento do tipo aperitivo.

Tabela 2 – Teste de aceitação dos biscoitos formulados sem e com farinha de batata doce

Atributos	BP ⁵	BD 30 % ⁶	BD 40 % ⁷
Aparência ¹	7,37 ± 1,30 a	5,92 ± 1,80 b	6,29 ± 1,69 b
Textura ¹	6,65 ± 1,71 a	6,08 ± 1,61 a	6,43 ± 1,55 a
Cor ¹	7,57 ± 1,37 a	5,96 ± 1,73 b	6,45 ± 1,78 b
Aroma ¹	6,96 ± 1,51 a	6,82 ± 1,92 a	6,71 ± 1,86 a
Sabor ¹	6,65 ± 1,76 a	6,51 ± 1,97 a	6,29 ± 2,03 a
Avaliação Global ¹	6,96 ± 1,30 a	6,36 ± 1,70 a	6,31 ± 1,70 a
Intenção de consumo ²	4,31 ± 1,54 a	3,90 ± 1,55 a	4,14 ± 1,70 a
Intenção de compra ³	3,25 ± 1,20 a	3,12 ± 1,19 a	3,24 ± 1,24 a
Índice de aceitação ⁴	77,34	70,67	70,15
Teste de Dureza ⁵	3,47 ± 1,27 a	2,00 ± 0,87 b	2,20 ± 1,05 b

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ Escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9); ² Escala de sete pontos, variando de “nunca comeria” (1) a “certamente comeria” (7); ³ Escala de cinco pontos, variando de “nunca compraria” (1) a “certamente compraria” (5); ⁴ IA (%) = A x 100/B, onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto, para avaliação global. ⁵ BP: biscoito padrão; ⁶: biscoito com 30 % de farinha de batata doce; ⁷: biscoito com 40 % de farinha de batata doce; ⁵ Escala de sete pontos, variando de “muito duro” (1) a “muito mole” (7).

Nota: Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si significativamente pelo Teste Tukey (p≥0,05).

Em estudo desenvolvido por Makino *et al.* (2017), na elaboração de biscoitos tipo cookie com farinha de batata doce, foram encontrados valores de $7,5 \pm 1,5$ para aparência, $7,5 \pm 1,4$ para cor, $8,0 \pm 1,1$ para aroma, $7,6 \pm 1,2$ para sabor, $7,1 \pm 1,5$ para textura e $7,6 \pm 1,1$ para avaliação global. Os resultados foram superiores aos aqui apresentados, mas deve ser levado em consideração que são produtos com características distintas, com outro público consumidor.

Apesar de estatisticamente não haver diferença significativa entre as três formulações para os atributos textura, aroma e sabor, por meio do índice de aceitação é notável diferença entre as amostras. Onde a formulação BP apresentou um índice de aceitação de 77 % superior ao das amostras restantes, 71 % para formulação 30 % BD e 70 % para formulação 40 % BD, podendo ser explicado pela presença dos alimentos funcionais, que entre eles destaca-se a chia, responsável por um sabor suave mas que, ao ser levada à uma alta temperatura, passa a ter um sabor um pouco amargo. Por tal característica, a quantidade de chia in natura nos testes de formulação foi diminuída anteriormente. Em relação a intenção de compra e consumo, as formulações não se diferiram estatisticamente.

A partir do que é descrito por Teixeira; Meinert; Barbetta (1987) produtos consideravelmente aceitos em termos dos parâmetros sensoriais devem apresentar índice de aceitação superior a 70 %, e todas as formulações apresentaram aceitação superior a esse valor.

Em relação ao parâmetro dureza, os biscoitos com farinha de batata doce, foram considerados mais duros pelos provadores. Em estudo avaliando a dureza por consumidores em biscoitos elaborados com farinha de milho e soja cozidos em micro-ondas, os autores constatam que o produto mais macio foi o preferido pelos provadores por apresentar melhor mastigabilidade e recobrimento na boca. (OLIVEIRA; WANG; SGARBIERI, 1997). Entretanto, levando-se em consideração de se tratar de um biscoito aperitivo, a elaboração dos biscoitos com farinha de batata doce se torna interessante, além de contribuir para um aporte nutricional de ingredientes com propriedades funcionais.

Conclusão

Os biscoitos do tipo aperitivo elaborados com a substituição parcial da fécula de mandioca pela farinha de batata doce, e com a adição de alimentos funcionais, obteve uma aceitabilidade acima do estipulado podendo assim ser comercializado.

Também obteve uma boa aceitabilidade a amostra de BP, sem adição de farinha de batata doce e apenas com a adição de alimentos funcionais, podendo ser um biscoito possível de comercialização. Assim, se tornou viável o melhoramento da composição de biscoitos de fécula de mandioca para ser transformada em uma nova alternativa de lanche para os consumidores.

Referências

- BRASIL. Resolução ANVISA RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005. Aprova O Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. **Diário Oficial da União**, Brasília, Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.
- CEREDA, M. P.; WOSIACKI, G.; CONCEIÇÃO, F. D. A. Características físico-químicas e reológicas de cultivares de batata doce (*Ipomoea batatas*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos.**, v. 5, p. 61-70, 1985.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos.** 4ª ed. (1ª Edição digital), 1020 p. 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- JOW, J. W. *et al.* A food-based approach introducing orange-fleshed sweet potatoes increased Vitamin A intake and serum retinol concentrations in young children in rural Mozambique. **The Journal of Nutrition**, v. 137, n. 5, p. 1320-1327, 2007.
- LEONEL, M.; JACKEY, S.; CEREDA, M. P. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata-doce – Um estudo de caso. **Ciência e tecnologia de alimentos.** v. 18, p. 343-345, n. 3, 1998.
- MAKINO, A. V. *et al.* Biscoitos do tipo cookie “kekse” desenvolvidos à base de batata-doce. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 13, n. 1, p. 73-89, 2017.
- OLIVEIRA, D. R.; WANG, S. H.; SGARBIERI, V. C. Propriedades nutricionais e sensoriais de biscoitos à base de milho e soja, cozidos em forno de microondas. **Revista Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 333-338, 1997.
- PEREIRA J; RODRIGUES M.; MÁRCIO I *et al.* Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca. **Ciência Rural**, v. 41, n. 12, p. 2196-2202, 2011.
- PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 186-192, 2007.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise Sensorial de Alimentos.** Florianópolis: UFSC, 1987. p.60.
- VIDAL, A. R. C. **Obtenção e caracterização de biscoitos sem glúten e sem lactose com farinha de batata-doce e antioxidantes naturais.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos)-Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.
- VIEIRA, J. C. *et al.* Qualidade física e sensorial de biscoitos doces com fécula de mandioca. **Ciencia Rural**, v. 40, n. 12, p. 2574-2579, 2010.

Capítulo 62

Influência da densidade de estocagem de tracajá *Podocnemis unifilis* nos aspectos qualitativos da carne.

Valeria Saldanha Bezerra*¹; Jamile da Costa Araújo¹; Yuri Ian Carvalho Furtado²; Paula Tais Cantuária Santos²; Dominique de Souza Cabral³; Leandro Fernandes Damasceno⁴

Resumo

O tracajá, quelônio muito apreciado na culinária da região Norte do Brasil, não possui sistema de cultivo determinado. A ausência de parâmetros de cultivo e manejo da espécie em cativeiro, pode levar ao estresse do plantel, e consequente, diminuição de produção e o interesse dos produtores. Para contribuir com informações para o cultivo desse quelônio, o objetivo com este trabalho foi avaliar a influência de diferentes densidades de estocagem de tracajá (16, 24, 32 e 40 animais/m³) em situação de cativeiro no Laboratório de Aquicultura do Centro de Pesquisa Agroflorestal do Amapá (Embrapa Amapá), em quatro repetições, durante a fase de engorda, avaliando a característica qualitativa coloração de diferentes regiões da carne desses animais (regiões dos membros e lombar), assim como alguns parâmetros físico-químicos. Não houveram diferenças estatísticas nos parâmetros físico-químicos nas diferentes densidades de estocagem. Mas o aumento do número de espécimes de tracajás num sistema de cultivo pode ter impacto qualitativo na percepção de alteração da cor da carne por consumidores, após abate, possivelmente devido às condições de estresse enfrentadas pelos animais. Nesse caso, a coloração da carne pode ser uma ferramenta alternativa para avaliação dos efeitos das condições de estresse imputados aos tracajás, em sistema de cultivo intensivo.

Palavras-chave: Quelonicultura. Coloração. Estresse.

Introdução

O tracajá (*Podocnemis unifilis* TROSCHER, 1848), denominação popular para quelônio de água doce amazônico, semiaquático, pertence à ordem Testudines, subordem Pleurodira e família

¹Pesquisadora, Embrapa Amapá

²Acadêmico Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Amapá

³Acadêmica Farmácia, Universidade Federal do Amapá

⁴Analista, Embrapa Amapá

*Autor para correspondência: valeria.bezerra@embrapa.br

Podocnemidae. Sendo um dos quelônios da Amazônia mais representativos dessa ordem, encontra-se distribuído amplamente nos países da bacia amazônica, como Equador, Peru, Venezuela, Brasil, Guiana Francesa e Colômbia (LUZ *et al.*, 2003).

Historicamente, os quelônios são caçados para o consumo humano, sendo a carne, ovos e vísceras, fontes de proteína, principalmente para as comunidades ribeirinhas e indígenas (LUZ *et al.*, 2003), mas também já foi considerada o prato mais popular nos restaurantes da cidade de Manaus (AM) (FERREIRA; ARAÚJO, 1970). Uma das utilizações mais nobres da gordura de tracajá é medicinal, com indicação para o tratamento de manchas, feridas, tumor, erisipela, dor de ouvido e reumatismo (ALVES, 2011).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais – IBAMA (2015) normatiza a criação em cativeiro do tracajá em criadouros com finalidade comercial, visando a agregação de valor, maior controle das populações de caça clandestina e comercialização ilegal, mas é restrita em algumas informações sobre o manejo das espécies. O consumo desses animais silvestres de forma não assistida, em razão da ilegalidade da prática, contribui para a ausência de literatura científica e parâmetros para o manejo da espécie, notadamente na criação, alimentação, condições de abate e armazenamento adequado, visando segurança alimentar, estímulo da agricultura familiar e preservação ambiental (ALMEIDA, 2007).

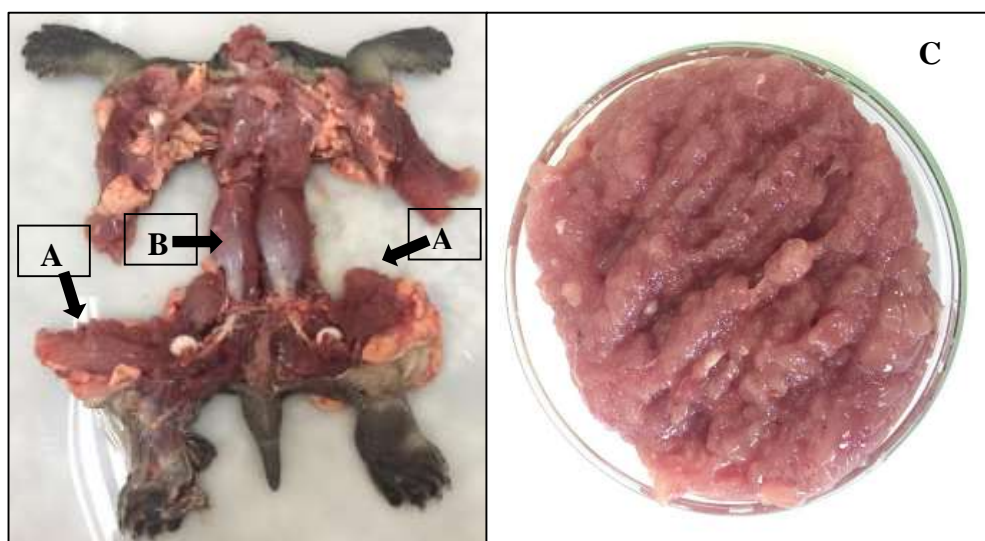
O sistema intensivo como a maximização da produção de peixes, como exemplo, necessita do aperfeiçoamento das técnicas de exploração. O aumento na densidade de estocagem é uma boa alternativa para o sistema intensivo, mas é fonte potencial de estresse, cujos efeitos lesivos aparecem após um longo período de exposição do peixe ao agente estressor (URBINATI; CARNEIRO, 2004). E os efeitos oriundos do estresse devem ser estudados não somente nas características quantitativas da carne, mas também nas qualitativas, pois essas podem influenciar a aceitabilidade pelo consumidor na impressão geral do produto (DUTCOSKY, 2013).

Dados qualitativos e quantitativos sobre carne de *Podocnemis unifilis* são limitados na literatura, e a pesquisa com esses animais deve ser apoiada para que haja mais informações para o cultivo e manejo dessa espécie, agregando valor com benefícios aos criadores e aos consumidores, assim como a elucidação de problemas acarretados pela intensificação do cultivo. Deste modo, o objetivo com este trabalho foi avaliar a influência da densidade de estocagem de tracajá em cativeiro, em fase de engorda, nas características qualitativas da carne desses animais.

Material e métodos

A pesquisa foi submetida e aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Amapá, sob o número de protocolo 006-CEUA/CPAFAP e cadastrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN) sob número A856EA9. Utilizaram-se 112 fêmeas da espécie *Podocnemis unifilis* (tracajá), pertencentes ao plantel da Embrapa Amapá, com peso inicial médio de 1.215,79 g (\pm 50,76 g). Os animais foram alojados em caixas d'água de polietileno com capacidade de 1.000 L, contendo 250 L de água, com 40% de área seca, para descanso dos animais e exposição ao sol, e 60% de área alagada, durante 120 dias (julho a novembro/2017). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos (densidades de estocagem 16 anim./m³, 24 anim./m³, 32 anim./m³ e 40 anim./m³), e em quatro repetições. Ao final do período experimental, 16 animais (um animal por repetição) foram eutanasiados por insensibilizados em água e gelo e posteriormente sacrificados por secção da medula espinhal. Em seguida, foram realizados os procedimentos de retirada da carne e outros componentes (GASPAR *et al.*, 2005). Amostras de carne dos animais dos diferentes tratamentos experimentais, relativas aos membros inferiores (Figura 1A) e região lombar (Figura 1B) foram separadas e posteriormente moídas (Figura 1C) em processador marca Walita 600W 60Hz, velocidade 1, durante um minuto.

Figura 1 – Avaliação da carne de tracajá (*P. unifilis*) nas regiões dos membros posteriores (coxas traseiras) (A), na região lombar (B) e na carne processada (C).



Fonte: Dos autores, 2017.

Coloração da carne: Todas as amostras de carne dos animais dos diferentes tratamentos experimentais foram analisadas quanto à coloração por meio de colorímetro Konica Minolta Chroma Meter CR-400 (Japão) no sistema CIELab*, com o iluminante D65 e observador ângulo 10°, com 10 leituras de cada amostra. Nesse espaço de cores, o L* indica luminosidade, C* indica o “croma” e o h° é um ângulo de tonalidade. O valor de croma C* é 0 no centro e aumenta conforme a distância deste. O ângulo de tonalidade h° inicia-se no eixo +a* e é dado em graus; 0 seria +a* (vermelho), 90 seria +b* (amarelo), 180 seria -a* (verde) e 270 seria -b* (azul).

Composição da carne: As amostras de carne moída dos animais relativas a região dos membros e região lombar foram secas em estufa com circulação de ar, a 65°C, até peso constante, para posterior nas análises de matéria seca, cinzas, cálcio e fósforo, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Análise estatística: Os modelos experimentais foram blocos inteiramente casualizados em quatro repetições. Os dados foram analisados estatisticamente usando o software Statistica (versão 8.0, StatSoft Inc., Tulsa, EUA) para a análise de variância (ANOVA). Para os casos em que H0 foi rejeitada, a comparação dos valores médios dos parâmetros foi realizada pelo teste de Tukey para determinar as diferenças entre as amostras, em cada sessão. O nível de significância escolhido para todas as análises estatísticas foi de $p < 0,05$.

Resultados e discussão

Nas amostras íntegras de carne das regiões dos membros e lombar, não houve diferença significativa entre os tratamentos de densidade de estocagem de tracajás em relação às coordenadas L*, representativa da Luminosidade da cor, assim como do valor do ângulo Hue (h°) que representa a cor que é percebida das carnes (Tabela 1). Em relação às coordenadas de cor a* e b*, as carnes do tratamento com densidade de 40 e 32 animais/m³ apresentaram tendência a cores mais avermelhadas que os demais tratamentos (Tabela 1).

A coordenada C* de carnes íntegras da região dos membros de animais criados com uma densidade de 40 animais/m³ apresentaram diferença significativa em relação aos demais tratamentos, representando uma cor mais vívida, menos saturada. Enquanto que a coordenada C* das carnes íntegras da região lombar, a densidade de C foi superior apenas do controle (16 animais/m³), mostrando-se também com menor saturação e mais vívida. Mas, em relação à região dos membros (coxas traseiras), a maior densidade de animais (40 animais/m³), o Croma foi superior a todos os demais tratamentos, apresentando uma carne de cor mais intensa que as demais. Por outro lado, o

ângulo Hue (h°), que representa a cor percebida, não houve valores diferenciados entre todos os tipos de carne.

Tabela 1 – Atributos de cor da carne das regiões lombar, dos membros posteriores e suas porções moídas de animais em diferentes densidades de estocagem.

Tipo de carne	Coordenadas de cor	Densidade de estocagem (animais/m ³)			
		16	24	32	40
Região lombar	L*	35,9 a	32,19 a	32,87 a	32,04 a
	a*	9,63 c	11,88 b	13,13 ab	14,29 a
	b*	1,64 c	2,75 b	3,24 ab	3,97 a
	C*	9,90 c	11,97 bc	13,56 ab	14,87 a
	h°	9,86 a	13,06 a	13,37 a	15,30 a
	ΔE	-	7,33 a	6,81 a	7,22 a
	Região dos membros (coxas traseiras)	L*	29,70 a	30,02 a	30,26 a	29,88 a
a*		15,15 b	14,69 b	15,83 a	16,41 a
b*		3,70 b	3,54 b	4,20 a	4,69 a
C*		15,58 c	15,18 c	16,41 b	17,33 a
h°		13,20 a	13,07 a	14,75 a	16,03 a
ΔE		-	5,63 a	5,49 a	4,86 a
Região lombar moída		L*	36,28 a	35,40 a	37,13 a	34,27a
	a*	16,88 a	16,83 a	17,03 a	17,74 a
	b*	6,08 a	5,18 a	6,33 a	5,90 a
	C*	17,99 a	17,64 a	18,21 a	18,73 a
	h°	19,37 a	17,02 a	20,07 a	17,95 a
	ΔE	-	4,17 a	5,34 a	5,11 a
	Região dos membros moída	L*	36,50 a	34,52 a	36,46 a	35,04 a
a*		15,59 a	16,16 a	15,67 a	16,60 a
b*		5,73 a	4,63 a	5,41 a	5,58 a
C*		16,66 a	16,82 a	16,60 a	17,53 a
h°		19,87 a	15,96 a	19,00 a	18,55 a
ΔE	-	4,76 a	5,03 a	3,69 a	

Fonte: Dos autores, 2017.

Nota: Valores na mesma linha com letras diferentes indicam que os valores são significativamente diferentes ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey.

O parâmetro de qualidade ΔE , que indica a habilidade do olho humano de distinguir a diferença de cores, nos indica que as cores de carnes de animais sob densidade 24, 32 e 40 animais/m³ podem ser distinguidas por consumidores quando comparadas às carnes de animais sob densidade de 16 animais/m³ (controle), pois todas apresentaram valores de $\Delta E > 3,0$ (Tabela 1). Quando as carnes de uma mesma região foram processadas (moídas), os valores de ΔE daquelas amostras foram menores em relação às suas carnes íntegras, devido à maior homogeneização de fibras e gorduras presentes e entremeadas às carnes. No entanto, entre as carnes de animais sob densidades 24, 32 e 40 animais/m³ não houve diferença significativa na coloração das amostras, podendo inferir que possivelmente essa coloração diferenciada em relação à densidade controle pode ter sido acarretada por situação de estresse dos animais. Sabe-se que o estresse antes do abate consome o glicogênio dos músculos, que em baixa quantidade não irá conferir o pH ideal para a carne, fazendo com que o pH se eleve e a carne adquira uma característica DFD (dark, firm e dry), escura, firme e seca. Apesar do indicativo de alteração da cor, as análises efetuadas não são suficientes para afirmar a ocorrência deste processo, sendo necessário um estudo adicional.

O teor de matéria seca das carnes de tracajá, nas diferentes regiões avaliadas, não apresentou diferença estatística, com teores variando de 21,64 a 22,00 % na região dos membros, e de 20,48 a 22,11 % na região lombar, similares aos encontrados em análise de carne de tracajás comercializados no estado do Amazonas (AGUIAR, 1996), e também aos de carne de *P. expansa* criada em cativeiro (GASPAR; SILVA, 2009). Os teores de cinzas nas amostras de carne da região dos membros não apresentaram diferença estatística, variando de 1,02 a 1,19 %. Nas amostras da região lombar houve diferença estatística, com teores maiores desse resíduo nos tratamentos de menor densidade (16 e 24 animais/m³) de animais durante o cultivo. Os teores encontrados nesse ensaio foram superiores aos encontrados em carne de tracajá comercializada no estado do Amazonas (0,77 %) (AGUIAR, 1996) e em carne de *P. expansa* em cativeiro (0,85 %) (GASPAR; SILVA, 2009).

As amostras de carne de tracajá avaliadas nesse ensaio apresentaram-se como boa fonte de cálcio e fósforo, não havendo diferença significativa destes minerais entre as diversas densidades de estocagem e nas regiões da carne estudadas (Tabela 2). Em relação ao cálcio houve uma variação de 0,21 a 0,23 % na região dos membros, e de 0,21 a 0,25 % na região lombar, sendo esses valores superiores aos encontrados na carne de tartaruga da Amazônia (0,063 %) (GASPAR; SILVA, 2009). Enquanto ao mineral fósforo, houve uma variação de 0,66 a 0,77 % nas amostras da região dos membros, enquanto que na região lombar variou de 0,58 a 0,82 %, sem diferenciação significativa entre as diferentes densidades nas respectivas regiões do animal estudado, sendo esses valores maiores aos encontrados na carne da tartaruga-da-amazônia (0,53 %) (GASPAR; SILVA, 2009). Cálcio (Ca) e fósforo (P) foram os minerais com teores mais elevados encontrados nas análises na

carne de tartaruga da Amazônia, seguidos de sódio e potássio, segundo Gaspar e Silva (2009). Apesar do tracajá pertencer a família Pelomedusidae, mesma família da tartaruga-da-amazônia, os dois animais são de espécies diferentes, portanto é esperado que sejam encontradas pequenas diferenças na composição corporal das espécies em questão.

Tabela 2 – Composição bromatológica de carne de tracajás cultivados sob diferentes densidades de estocagem.

Tipo de carne	Parâmetro	Densidade de estocagem (animais/m ³)			
		16 animais	24 animais	32 animais	40 animais
Região dos membros moída	Matéria seca (%)	22,00±1,51 a	21,64±0,96 a	22,11±0,54 a	21,73±0,50 a
	Cinzas (%)	1,19± 0,15 a	1,03±0,25 a	1,06±0,11 a	1,02±0,08 a
	P (%)	0,77±0,17 a	0,76±0,14 a	0,66±0,14 a	0,75±0,13 a
	Ca (%)	0,22±0,06 a	0,21±0,05 a	0,22±0,08 a	0,23±0,09 a
Região lombar moída	Matéria seca (%)	20,48±0,70 a	20,95±0,63 a	20,90±0,58 a	21,91±1,01 a
	Cinzas (%)	1,04±0,09 a	0,99±0,12 ab	0,96±0,10 bc	0,91±0,14 c
	P (%)	0,82±0,23 a	0,76±0,17 a	0,71±0,04 a	0,58±0,04 a
	Ca (%)	0,25±0,11 a	0,21±0,09 a	0,21±0,07 a	0,23±0,09 a

Fonte: Dos autores, 2017.

Nota: Valores na mesma linha com letras diferentes indicam que os valores são significativamente diferentes ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey.

Os tracajás, como todos os répteis, dependem totalmente do ambiente de cultivo para o fornecimento de condições adequadas para a manutenção de sua saúde e bem-estar (WILLIAMS, 2017), mas por outro lado, o estresse é muito difícil de ser avaliado nesses animais. Mas conforme os dados de cunho qualitativo observados, as consequências do estresse em tracajás podem ser sinalizadas por avaliações como a variação da coloração de sua carne.

Conclusão

O aumento do número de espécimes de tracajás num sistema de cultivo pode ter impacto qualitativo na percepção de alteração da cor de sua carne pelos consumidores, após abate, possivelmente devido às condições de estresse enfrentadas pelos animais.

A coloração da carne pode ser uma ferramenta alternativa para avaliação dos efeitos das condições de estresse imputados aos tracajás, num sistema de cultivo intensivo.

Agradecimentos

Ao Banco da Amazônia pelo financiamento da pesquisa.

Referências

- AGUIAR, J. P. L. Tabela de composição de alimentos da Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 26, n. 1/2, p. 121-126, 1996.
- ALMEIDA, C. G. **Fontes e disponibilidade de cálcio e fósforo para a tartaruga-da-Amazônia - *Podocnemis expansa* criada em cativeiro**. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.
- ALVES, R. R. N.; ALVES, H. N. The faunal drugstore: Animal-based remedies used in traditional medicines in Latin America. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 7, n. 1, p. 9, 2011.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013.
- FERREIRA, M.; ARAÚJO, V. C. Espécies da fauna amazônica potencialmente preferidas para consumo nos restaurantes de Manaus. **Brasil Florestal**, v.7, n.25, p. 59-69, 1970.
- FINK, W. I.; FINK, S. V. A Amazônia Central e seus peixes. **Acta Amazonica**, v.8, n.4, supl.1, p.19-42, 1978.
- GASPAR, A.; SILVA, T. J. P. Composição nutricional da carne da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) criada em cativeiro e em idade de abate. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 3, p. 419-425, 2009.
- GASPAR, A.; SILVA, T. J. P.; SÃO CLEMENTE, S. C. Insensibilização e rendimento de carcaça de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, p. 57-61, 2005.
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS. **Instrução Normativa n° 07**, de 30.04.15 - Institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro, e define, no âmbito do IBAMA, os procedimentos autorizativos para as categorias estabelecidas. Disponível em: <www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2015/in_ibama_07_2015_institui_categorias_uso_manejo_fauna_silvestre_cativeiro.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2019.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p, 2008. Disponível em: <<http://www.ial.sp.gov.br/index.html>> Acesso em: 15 dez. 2008.
- LUZ, L. F. V. *et al.* Rendimento e composição química de carcaça da tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) em sistema comercial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n.1, p. 1-9, 2003.
- URBINATI, E.; CARNEIRO, P. **Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. p.171-193, 2004. Disponível em: <www.researchgate.net/publication/286776959_Praticas_de_manejo_e_estresse_dos_peixes_em_piscicultura>. Acesso em: 01 jun. 2019.
- WILLIAMS, J. (2017). Stress in chelonians (tortoises, terrapins and turtles). **The Veterinary Nurse**, v.8, n.5, p. 264-271, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.12968/vetn.2017.8.5.264>>. Acesso em: 01 jun. 2019>.

Capítulo 63

Avaliação centesimal da farinha de *Tenebrio molitor* seca em diferentes tempos em micro-ondas

Nayane Dourado Nunes^{*1}; Bianca Simões de Oliveira¹; Isabele Gomes Silva Silvestre²; Claudia Regina Vieira³; Vinícius de Abreu D'ávila⁴; Diego Vicente da Costa⁵.

Resumo

Com o aumento da demanda de alimentos pela população se faz necessário estudos sobre a produção de alimentos e as formas de nutrição que mais se adequam a essa nova realidade social. A aplicação de insetos na alimentação é uma tendência mundial e tentar melhorar a forma de processamento do mesmo se torna algo necessário visto as expectativas futuras. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os teores de umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e carboidratos a fim de verificar a influência de diferentes tempos de secagem em micro-ondas no processamento da farinha de *Tenebrio molitor*. As larvas de *Tenebrio molitor* utilizadas no presente trabalho foram divididas em 4 grupos de 3 repetições, e submetidos a secagem em micro-ondas no tempo de 0, 1, 2 e 3 minutos. De acordo com os resultados, o tempo de secagem de 3 minutos se destacou em todas as composições, apresentando um teor de umidade de 9,47 %, proteico de 46,04 %, lipídico de 10,36%, cinzas de 2,96 % e carboidratos totais de 31,18 %. Conforme observado, de acordo com os dados da composição centesimal, a farinha de *Tenebrio molitor* apresenta um elevado teor de proteínas, que é de extrema importância para o bom funcionamento do organismo humano.

Palavras-chave: Entomofagia. Segurança alimentar. Alimento alternativo. Fonte Proteica.

Introdução

O aumento populacional e conseqüentemente o aumento da demanda de alimentos faz com que sejam necessários estudos sobre a produção de alimentos em escala mundial e quais formas de

¹ Acadêmicas de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais Federal de Minas Gerais.

² Acadêmica de Graduação do Curso de Zootecnia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

³ Professora Adjunto do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

⁴ Professor Adjunto do Curso de Ciências Biológicas, Faculdades Prominas.

⁵ Professor Adjunto do Curso de Zootecnia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: nay18.dn@gmail.com

nutrição se adequam mais a essa nova realidade social. A população humana vem crescendo em um ritmo exponencial e estima-se que até 2050 atingirá o número de 9 bilhões de pessoas (FAO/WUR, 2013), portanto, assim como foi abordado por Van Huis (2013), o uso de insetos comestíveis é visto como um potencial método de assegurar tanto a demanda de alimentos como a segurança alimentar.

Os benefícios do consumo de insetos como alternativa às demais proteínas animais são muitas, tanto nutricionalmente quanto ambientalmente. Isso se deve ao fato de seus teores de proteína serem elevados (TESTA *et al.*, 2016) e, apesar de variável, a quantidade de ácidos graxos insaturados ser interessante (BELLUCO *et al.*, 2013; VAN HUIS, 2013). Os aspectos ligados às baixas emissões de gases e pouca necessidade de terras para criação, fazem não somente o número de pesquisas na área aumentarem, mas também leva a área alimentícia a investir futuramente nesta tendência alimentar (OONINCX; BOER, 2012).

Os insetos são considerados alimentos com conteúdo energético e proteico satisfatório, bons perfis de aminoácidos, ácidos graxos e alto conteúdo de micronutrientes como cobre, ferro, magnésio, manganês, fósforo, selênio e zinco e as vitaminas riboflavina, ácido pantotênico, biotina e, em alguns casos, ácido fólico (RUMPOLD; SCHLUTER, 2013).

Existem 20 aminoácidos constituintes de proteínas, mas apenas 9 deles são considerados essenciais, ou seja, não são sintetizados pelo organismo, e deste modo devem ser consumidos para suprir as necessidades nutricionais (Wu, 2009).

O *Tenebrio molitor* é um besouro da família *Tenebrionidae* da ordem *Coleoptera*, são holometábolos tendo todos os estágios de desenvolvimento: ovo, larva, pupa e adultos (GHALY *et al.*, 2009) e a farinha deste se torna uma das opções de fonte dos aminoácidos essenciais. São grandes as vantagens de estudar essa espécie, e tentar melhorar a forma de processamento do mesmo se torna algo necessário visto as expectativas futuras.

Sendo o uso de insetos na alimentação humana uma tendência mundial, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os teores de umidade, proteína, lipídeos, cinzas e carboidratos a fim de verificar a influência de diferentes tempos de secagem em micro-ondas no processamento da farinha de *Tenebrio molitor*, possibilitando uma escolha adequada quanto ao tempo a se utilizar.

Material e métodos

As larvas de *Tenebrio molitor* utilizadas no presente trabalho foram criadas no Núcleo de Estudos em Produção de Insetos para Alimentação da Universidade Federal de Minas Gerais, campus Montes Claros. A produção foi efetuada em temperatura entre 26 °C a 28 °C, em bandejas brancas de

plástico polipropileno. A colheita ocorreu após o aparecimento das primeiras pupas, sendo efetuada uma peneiração para separação das larvas, com as quais foi realizado este estudo.

No total foram utilizados 500 g de larvas que durante todo período de criação possuíam a dieta baseada na mistura de farelos de trigo, soja e milho, sendo fornecido diariamente um copolímero de poliácrlato de potássio como fonte de água. Os abates das larvas de *Tenebrio molitor* foram realizados após passarem por jejum de 72 h. Após esse período, as larvas foram peneiradas e submetidas ao abate por água a 100 °C seguido de branqueamento.

Para o processo de secagem utilizou-se forno micro-ondas da marca Electrolux modelo MEF41 de 31 litros na potência 100 W. Foram utilizados 12 pratos de polipropileno sendo adicionados 30 g de larvas úmidas de *Tenebrio molitor*, não ultrapassando 1,5 cm de altura. Os mesmos foram divididos em 4 grupos de 3 repetições, sendo estes, o grupo T0 (não submetido ao processo de secagem), o grupo T1 (submetido a secagem no tempo de 1 minuto), o grupo T2 (submetido a secagem no tempo de 2 minutos) e o grupo T3 (submetido a secagem no tempo de 3 minutos). Após, as mesmas foram trituradas por 30 segundos em um Liquidificador da marca Philco modelo PLQ912 3L Inox 1200 W na velocidade 2 e armazenadas em refrigerador com temperatura média de 8 °C para posteriores análises.

As análises da composição centesimal foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos Vegetais da Universidade Federal de Minas Gerais, campus Montes Claros. Os lotes de amostra foram submetidos às análises de umidade, proteína e cinzas conforme as metodologias descritas pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2011), lipídeos pelo método sugerido por Bligh e Dyer (1959) e carboidratos totais (carboidratos disponíveis e fibras) por diferença, diminuindo de 100, o somatório dos teores de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos. Assim como sugerido pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), o fator de conversão do teor de nitrogênio em proteína foi de 6,25. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos com base na matéria úmida.

Para realização da análise estatística, foram definidos quatro tratamentos sendo que cada um deles possuíam três repetições distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância.

Resultados e discussão

Após a realização das análises, obtiveram-se valores de proteína, umidade, lipídeo, cinzas e carboidratos nos tempos 0, 1, 2 e 3 minutos conforme apresentados na Tabela 1, verificando-se que

a farinha de *Tenebrio molitor* possui alto valor nutricional o que demonstra ser uma nova fonte de alimento altamente nutritivo.

Tabela 1 - Teores de umidade, proteína, lipídeo e cinza em diferentes tempos de secagem em micro-ondas.

	T0	T1	T2	T3
Umidade (%)	60,17 _a ± 0,92	40,60 _b ± 0,55	16,14 _c ± 0,21	9,47 _d ± 0,84
Proteína (%)	21,33 _d ± 0,39	31,14 _c ± 0,88	42,83 _b ± 0,81	46,04 _a ± 0,69
Lipídeo (%)	5,72 _c ± 0,07	5,71 _c ± 0,32	7,70 _b ± 0,12	10,36 _a ± 0,32
Cinza (%)	1,26 _d ± 0,04	1,95 _c ± 0,09	2,67 _b ± 0,01	2,96 _a ± 0,02

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: T0: tempo 00:00 minutos; T1: tempo 01:00 minutos; T2: tempo 02:00 minutos; T3: tempo 03:00 minutos.

Nota: Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não se diferem significativamente entre si.

De acordo com a Tabela 1 pode-se observar que, assim como esperado, conforme a farinha de *Tenebrio molitor* é submetida à secagem, o seu teor de umidade tende a diminuir. Estatisticamente todos os tratamentos diferem entre si, o que mostra a influência significativa de cada tempo de secagem. O teor de umidade no T0 (60,17 %) foi superior aos valores referenciados para larvas de *Tenebrio molitor* por Siemianowska *et al.* (2013).

Quanto ao teor de proteínas, observa-se que o T3 apresenta uma quantidade maior que os demais, que se deve ao fato de uma menor presença de umidade em 100 g de amostra, e deste modo, dentre os tratamentos realizados, quanto mais seco a matéria prima for, maior será o teor de proteínas em 100 g. Ao produzir um produto cuja finalidade seja um alto teor de proteínas, indica-se que o melhor tempo de secagem em micro-ondas dentre os estudados, seja o de 3 minutos. Estatisticamente todos os tratamentos diferem entre si, mostrando que, assim como observado no teor de umidade, os tempos de secagem estudados tem uma influência significativa na composição proteica da amostra. O valor encontrado em T0 de 21,33 % de proteína foi superior aos valores encontrado por Yi *et al.* (2013) e Siemianowska *et al.* (2013) de 19,1 % e 17,91 % respectivamente.

O tempo de secagem que melhor se destacou quanto ao teor lipídico, assim como no teor de proteínas foi o T3, onde este apresentou uma maior quantidade lipídica dentre os tempos de secagem estudados. Estatisticamente as amostras T0 e T1 não diferem entre si, ou seja, o tempo de secagem de 1 minuto não causa uma diferença significativa quanto ao teor lipídico se comparada com a amostra

T0. Yi *et al.* (2013) encontrou valores de lipídeos da farinha de *Tenebrio molitor* não submetidos ao processo de secagem, superiores aos apresentados neste trabalho (T0).

O tratamento T3 também se destacou ao comparar os tempos de secagem quanto ao teor de cinzas que estatisticamente todas as amostras diferiram entre si, deixando clara a influência de cada tempo de secagem estudado. O teor de cinzas obtido na amostra T0 foi inferior ao encontrado por Siemianowska *et al.* (2013). Assim como as demais composições, os carboidratos, que assim como apresentado na Tabela 2, também teve um maior teor no tempo de secagem de 3 minutos (T3).

Tabela 2 – Teores de carboidratos da farinha de *Tenebrio molitor* em diferentes tempos de secagem em micro-ondas.

Tratamentos	Médias (%)
T0	11,51
T1	20,61
T2	30,66
T3	31,18

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: T0: tempo 00:00 minutos; T1: tempo 01:00 minutos; T2: tempo 02:00 minutos; T3: tempo 03:00 minutos.

Conclusão

Diante do que foi exposto e de acordo com os dados da composição centesimal pode-se concluir que a farinha de *Tenebrio molitor* apresenta um elevado teor de proteínas, que é de extrema importância para o bom funcionamento do organismo humano. Dentre os tempos estudados, o que se destaca é o T3 (tempo de secagem de 3 minutos), indicando-se este tempo de secagem para processamento da farinha de *Tenebrio molitor* em micro-ondas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Núcleo de Estudos em Produção de Insetos para Alimentação e ao Grupo de Estudos em Produtos de Panificação e Massas – GEPPAM, por toda colaboração.

Referências

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed. 4 rev. Gaithersburg: AOAC, 2011. 1505p.

- BELLUCO, S. *et al.* Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 12, n. 3, p. 296 – 313, 2013.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911 – 917, 1959.
- GHALY, A. E. *et al.* The yellow mealworm as a novel source of protein. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v. 4, n. 4, p. 319 – 331, 2009.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4^a ed. (1^a Edição digital), 1020 p. 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- OONINCX, D. G. A. B.; BOER, J. M. Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans-A life cycle assessment. **PLoS One**, v. 7, n. 12, p. e51145, 2012.
- RUMPOLD, B. A.; SCHLUTER, O. K. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. **Molecular nutrition & food research**, v. 57, n. 5, p. 802 – 823, 2013.
- SIEMIANOWSKA, E. *et al.* Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor L.*) as european novel food. **Agricultural Sciences**, v. 4, n. 6, p. 287 – 291, 2013.
- TESTA, M. *et al.* Ugly but tasty: A systematic review of possible human and animal health risks related to entomophagy. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 57, n. 17, p. 3747 – 3759, 2017.
- VAN HUIS, A. Potential of insects as food and feed in assuring food security. **Annual review of entomology**, v. 58, p. 563 – 583, 2013.
- WU, G. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. **Amino acids**, v. 37, n. 1, p. 1 –17, 2009.
- YI, L. *et al.* Extraction and characterization of protein fractions from five insect species. **Food Chemistry**, v.141, n. 4, p. 3341 – 3348, 2013.

Capítulo 64

Desenvolvimento de Barras de Cereais enriquecida com fibras: Avaliação da Intenção de Compra e Impressão Global

Vanessa dos Reis Oliveira*¹; Jaqueline Souza Guedes²; Karla Ramone Rosa Silveira¹; Alcides Ricardo Gomes de Oliveira³, Daniela Caetano Cardoso⁴, Edilene Alves Barbosa⁴

Resumo

Este trabalho teve como objetivo a elaboração e avaliação sensorial de diferentes tipos de barras de cereais enriquecidas com farinhas de okara, casca de maracujá, banana verde integral, casca de banana verde e da biomassa da banana verde, e/ou suas combinações em diferentes concentrações. Através da análise sensorial pelos alunos dos cursos técnicos, graduação, docentes e funcionários do IFNMG-Campus Salinas. Para a obtenção das barras de cereal, foi realizado a obtenção do xarope e concentrado em tacho aberto sob aquecimento brando, posteriormente foi adicionado os ingredientes secos formando uma massa homogênea. Foram elaboradas quatro formulações que ficaram armazenadas a temperatura ambiente até o momento da realização da análise sensorial. Foi aplicada análise sensorial utilizando teste de aceitação com escala hedônica estruturada de nove pontos. Com base na análise sensorial foi possível observar que as barras de cereal enriquecidas com farinhas apresentaram boa aceitação global e uma intenção de compra correspondente a “provavelmente compraria” e certamente compraria”. Sendo assim, fica claro que as formulações da barra de cereal têm condições para serem produzidas e comercializadas, oferecendo um produto com alto valor nutricional além do aproveitamento integral da banana, amenizando os resíduos gerados com as cascas.

Palavras-chave: Alimentação. Análise sensorial. Resíduo.

¹ Discente. Engenharia de Alimentos. IFNMG/Campus Salinas

² Mestranda. Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo

³ Docente. Engenharia de Alimentos. IFF

⁴ Docente. Engenharia de Alimentos. IFNMG/Campus Salinas

Introdução

A demanda por alimentos nutritivos e seguros está crescendo mundialmente, e a ingestão de alimentos balanceados é a maneira correta de evitar ou mesmo corrigir problemas de saúde, como: obesidade, diabetes, desnutrição, cardiopatias, entre outros que têm origem, em grande parte, nos erros alimentares. As barras de cereais atendem a esta tendência e são elaboradas a partir da extrusão da massa de cereais de sabor adocicado e agradável, fonte de vitaminas, sais minerais, fibras, proteínas e carboidratos complexos (IZZO; NINESS, 2001).

Os cereais em barras são multicomponentes e podem ser muito complexos em sua formulação. Os ingredientes devem ser combinados de forma adequada para garantir que se complementem mutuamente nas características de sabor, textura e propriedades físicas, particularmente no ponto de equilíbrio de atividade de água (ESTELLER *et al.*, 2004).

Um nutriente importante encontrado nas barras de cereais são as fibras alimentares, que vêm despertando renovado interesse de especialistas das áreas de nutrição e saúde. As fibras alimentares formam um conjunto de substâncias derivadas de vegetais resistentes à ação das enzimas digestivas humanas. Podem ser classificadas em fibras solúveis e fibras insolúveis, de acordo com a solubilidade de seus componentes em água (MATTOS; MARTINS, 2000).

Estudos relatam que o consumo de fibra alimentar pode reduzir riscos de doenças nas populações, destacando-se a prevenção de doenças cardiovasculares e gastrointestinais, câncer de cólon, hiperlipidemias, diabetes, obesidade, constipação intestinal, hemorróidas, entre outras (CHAU; HUANG, 2004).

Vários trabalhos têm proposto a utilização de matérias primas diferentes, ou até mesmo resíduos dessas matérias primas, dos quais podemos citar: Oliveira *et al.*, (2013) que elaboraram barras de cereais enriquecidos com a fibra do bagaço do caju; Ambrósio-Ugri e Ramos (2012) desenvolveram barras de cereais com substituição parcial de aveia por farinha da casca de maracujá; Becker e Krüger (2010) elaboraram barras de cereais com ingredientes alternativos e regionais do oeste do Paraná, elaborando quatro diferentes tipos de barras de cereais com somente de abóbora, melão e melancia e farinha da casca de maracujá.

Pelo meio da associação de barra de cereal como um alimento saudável e nutritivo e o aproveitamento de resíduos agroindustriais, o objetivo desse trabalho foi avaliar as barras de cereais enriquecidas com farinhas de okara, casca de maracujá, banana verde integral, casca de banana verde e da biomassa da banana verde, e/ou suas combinações em diferentes concentrações através da análise sensorial por aceitabilidade pelos alunos dos cursos técnicos, graduação, docentes e funcionários do IFNMG-Campus Salinas.

Material e métodos

Para obtenção das farinhas utilizadas neste trabalho, a banana, o maracujá e a soja foram adquiridas no Setor de Processamento de Vegetais do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, *Campus* Salinas, onde utilizou Laboratório de Análise de Alimentos para o processamento das farinhas. E os demais ingredientes, como: aveia em flocos, flocos de arroz, banana-passa, castanha do brasil, amendoim, passas pretas, farinha de aveia, açúcar mascavo, glicose desidratada, óleo de coco, bicarbonato de sódio e água foram adquiridos no mercado local da cidade de Salinas-MG.

Para a elaboração das barras de cereais, foi realizado a obtenção do xarope e concentrado em tacho aberto sob aquecimento brando, posteriormente, foi adicionado os ingredientes secos formando uma massa homogênea. Transferiu a massa para uma forma metálica no qual foram moldadas, cortadas e embaladas em embalagens de polipropileno armazenadas a temperatura ambiente até o momento da realização da análise sensorial.

Foram elaboradas 4 (quatro) formulações sendo F1: Formulação sem adição de farinhas; F2: Formulação com adição das farinhas da banana integral, de aveia e okara; F3: Formulação com adição de farinhas da banana integral, da casca de maracujá e de aveia e F4: Formulação com adição de todas as farinhas.

A análise sensorial foi realizada com 80 julgadores com idade mínima de 15 anos, não treinados, escolhidos por serem potenciais consumidores de barras de cereais, compostos por alunos dos cursos técnicos, graduação, docentes e funcionários do IFNMG. Para a avaliação da aceitação da barra de cereal enriquecida com resíduos agroindustriais, utilizou-se a escala hedônica, que atribuíram pontos (de 1 - desgostei extremamente a 9 - Gostei extremamente) avaliando os seguintes parâmetros: aparência, cor, aroma, consistência, sabor e aspecto global. Avaliou-se também a intenção de compra por parte dos julgadores em relação aos diferentes tratamentos, utilizando-se uma escala estruturada mista de cinco pontos, variando de 1 (certamente não compraria) a 5 (certamente compraria). (Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFNMG – *Campus* Salinas: nº 96850918.5.0000.5109).

As notas atribuídas pelos provadores quanto aos atributos sensoriais das formulações foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a diferença entre as médias comparadas ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$). O Índice de aceitabilidade foi calculado considerando-se a seguinte expressão: IA (%) = $A \times 100/B$, onde A = nota média obtida para o produto, e B = nota máxima dada ao produto. O IA com boa repercussão têm sido considerado $\geq 70\%$ (BISPO *et al.*, 2004).

Resultados e discussão

De acordo a impressão global, os valores médios das notas atribuídas pelos provadores no teste de aceitabilidade das barras de cereais estão na Tabela 1, sendo que, não foram encontradas diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos das formulações das barras de cereais.

Tabela 1 - Média das notas dos provadores, para o teste de aceitação das formulações de barra de cereal adicionada de resíduos agroindustriais

	F1	F2	F3	F4
Impressão Global	2,64 ^a	2,23 ^a	2,64 ^a	2,26 ^a

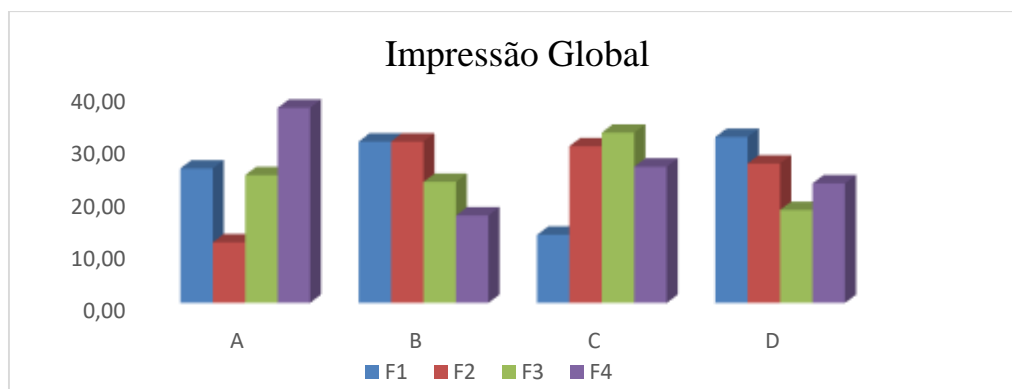
Fonte: Dos autores, 2018.

Legenda: F1: Formulação sem adição de farinhas; F2: Formulação com adição das farinhas da banana integral, de aveia e okara; F3: Formulação com adição das farinhas da banana integral, da casca de maracujá e de aveia e F4: Formulação com adição de todas as farinhas.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparação entre tratamentos) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No Gráfico 1 é possível observar os valores atribuídos pelos provadores que estão situados na escala hedônica “desgostei muitíssimo” a “gostei muitíssimo”. Observa-se que as formulações de barras de cereais, independente da adição de farinhas, apresentaram boa aceitação global, com valores acima de 2,23, mostrando que não houve diferença significativa entre as amostras. Em uma barra elaborada com farinha de casca de banana, foi observado o índice de aceitação de 70% dos provadores que relataram gostar muito e moderadamente da barra alimentícia (MIGUEL *et al.*, 2008).

Gráfico 1 - Gráfico de impressão global das formulações das barras de cereais enriquecidas com farinha

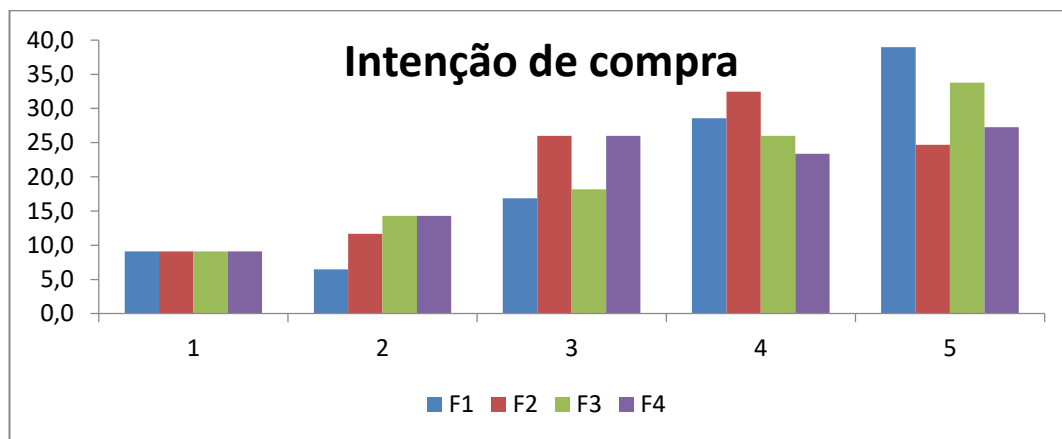


Fonte: Dos autores, 2018.

Legenda: F1: Formulação sem adição de farinhas; F2: Formulação com adição das farinhas da banana integral, de aveia e okara; F3: Formulação com adição das farinhas da banana integral, da casca de maracujá e de aveia e F4: Formulação com adição de todas as farinhas.

Dentre todos os aspectos sensoriais estudados a avaliação da possibilidade de inserção do produto no mercado, também foi verificada através da atitude de compra em relação ao produto elaborado (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Gráfico de intenção de compra das formulações de barra de cereal enriquecida com farinha



Fonte: Dos autores, 2018.

Legenda: F1: Formulação sem adição de farinhas; F2: Formulação com adição das farinhas da banana integral, de aveia e okara; F3: Formulação com adição das farinhas da banana integral, da casca de maracujá e de aveia e F4: Formulação com adição de todas as farinhas.

No que diz respeito à atitude de compra dos produtos elaborados foi possível identificar que as maiores frequências de notas ficaram entre os escores mais altos da escala hedônica correspondendo a “provavelmente compraria” e “certamente compraria” para as formulações avaliadas, o que indica que as amostras obtiveram uma boa aceitação pelos provadores.

Souza *et al.*, (2016) analisando sensorialmente barras de cereais elaboradas com resíduos do umbu obteve para os mesmos atributos analisados a intenção de compra em torno de 3 (talvez comprasse/talvez não comprasse) na escala hedônica de 5 pontos.

Conclusão

Com base na análise sensorial foi possível observar que a barra de cereal elaborada com percentual de casca da banana, biomassa da banana, banana integral, casca do maracujá e a okara possui grande potencial de consumo, uma vez que todos os atributos de qualidade sensorial apresentaram boa aceitação global e uma intenção de compra correspondente a “provavelmente compraria” e “certamente compraria”.

Desta forma, fica claro que as formulações da barra de cereal têm condições para serem produzidas e comercializadas, oferecendo um produto com alto valor nutricional além do aproveitamento integral da banana, amenizando os resíduos gerados com as cascas.

Agradecimentos

Agradeço ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG pelo incentivo, oportunidade e pela bolsa concebida.

Referências

- AMBRÓSIO-UGRI, M. C. B.; RAMOS, A. C. H. Elaboração de barra de cereais com substituição parcial de aveia por farinha da casca de maracujá. Revista **Tecnológica. Maringá**, v. 21. P. 69-79, 2012.
- BECKER, T. S.; KRÜGER, R. L. **Elaboração de barras de cereais com ingredientes alternativos e regionais do Oeste do Paraná**. Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR, Umuarama, v. 14, n. 3, p. 217-224, set./dez. 2010.
- BISPO, E. S.; SANTANA, L. R. R.; CARVALHO, R. D. S.; LEITE, C. C.; LIMA, M. A. C. Processamento, Estabilidade e Aceitabilidade de Marinado de Vongole. Revista **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 24, n. 3, p.353-356, 2004.
- CHAU, C. F.; HUANG, Y. L. Characterization of passion fruit seed fibres a potential fibre source. **Food Chem**. v. 85, n. 2, p. 189-194, 2004.
- ESTELLER, M. S.; YOSHIMOTO, R. M. O.; AMARAL, R. L.; LANNES, S. C. **Uso de açúcares em produtos panificados**. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2004, vol.24, n.4, pp.602-607.
- IZZO, M.; NINESS, K. Formulating Nutrition Bars with Inulin and Oligofructose. **Cereal Foods World**, v. 46, n. 3, p. 102-105, 2001.
- MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. Rev. **Saúde Públ.** São Paulo, v. 34, n. 1, p. 50-55, fev. 2000.
- MIGUEL A. C. A.; ALBERTINI S.; BEDIATO G. F.; DIAS, J. R. P. S.; SPOTO, M. H. F. **Aproveitamento agroindustrial de resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2008, 28(3): 733-737.
- OLIVEIRA, F. P.; MALTA, H. L.; JESUS, M. A. C. L.; CRUZ, R. S.; CARDOSO, F. S. N.; Desenvolvimento, avaliação sensorial e físico-química de barra de cereal de caju. Revista **Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, 2013, 07 (01): 934-942.
- SOUZA, L. G. S., SOUZA, F. S. S., LAMARÃO, C. V., SANTOS, E. C. S., COSTA, B. E. T., MEDEIROS, C. M., LOBATO, A. C. N., CASTRO, A. P. **Elaboração de barra de cereais a partir da polpa do cará**. XXV Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Gramado/ RS, 2016.

Capítulo 65

Caracterização de farinhas de arroz para elaboração de produtos sem glúten

Ana Flávia Dias Costa*¹; Maria Luiza Duarte Fonseca¹; Breno Soares da Silva¹; Rafaela Pereira de Assis Barbosa¹; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira²; Claudia Regina Vieira³;

Resumo

O arroz (*Oriza sativa* L.) é um dos principais alimentos que constitui a base da dieta em diversos países e quando utilizada a sua farinha, têm-se o seu emprego em diversos produtos alimentícios. O objetivo deste estudo foi caracterizar farinhas de arroz branco (FAB), negro (FAN) e vermelho (FAV) para comprovação da importância nutricional e tecnológica desta base amilácea e, com isto, ter dados científicos que justifique o emprego deste alimento para elaboração de produtos sem glúten, visando impactar positivamente na dieta de pessoas com doença celíaca. Foi analisada a composição centesimal das farinhas, quanto ao teor de umidade, proteínas totais, lipídeos e cinzas, e calculado o teor de carboidratos e valor energético, além da análise de cor pelas coordenadas L*, a*, b*. Na análise colorimétrica, a FAB apresentou maior luminosidade. Sendo possível concluir, a partir do presente estudo, que a elaboração de produtos, com esses tipos de farinhas, apresenta características diferentes, onde a FAV se destacou por possuir maiores teores de lipídeos e cinzas em relação as demais, e maior teor proteico quando comparada com a FAN, sendo todas boa fonte de carboidratos e proteínas, se apresentando como matérias-primas promissoras para elaboração de produtos sem glúten.

Palavras-chave: Cereal. Composição centesimal. Doença celíaca. *Oriza sativa*.

Introdução

O arroz (*Oriza sativa* L.) é um cereal rico em amido, sendo um dos principais alimentos constituinte da dieta em muitas partes do mundo, por ser cultivado em praticamente todos os países, sendo considerado a principal fonte energética entre os grãos. Esse cereal tem sido transformado em

¹ Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Técnica Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Professora Adjunto do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: ana.100ana@hotmail.com

farinha e empregado na substituição parcial ou total da farinha de trigo, em diversos alimentos, como nos produtos de panificação, de confeitaria e de conveniência (DORS; CASTIGLIONI; AUGUSTO-RUIZ, 2006; SOUZA *et al.*, 2013).

Apresentam minerais importantes para dieta, com predominância no arroz integral de fósforo, potássio e magnésio e, em menor quantidade, ferro, zinco, cobre, sódio, cálcio e manganês. Apresentam também vitaminas, principalmente as do complexo B e E, presentes primordialmente no farelo. Entretanto, as vitaminas A, D e C são encontradas em concentrações muito pequenas (MASSARETO, 2013).

Segundo Massareto (2013), “algumas pesquisas colaboram para a divulgação de propriedades nutricionais diferenciadas dos tipos pigmentados de arroz em relação ao arroz integral branco, como o alto teor de proteínas e fibras”. Além disso, tem o fator visual, pois a coloração do pericarpo dos grãos é atrativa e está relacionada ao acúmulo de compostos fenólicos, que apresentam efeitos benéficos à saúde.

Pesquisas tem relacionado que a substituição do arroz branco por arroz-preto na dieta reduz o estresse oxidativo *in vivo* e o aumenta da capacidade antioxidante, fatores que estão associados com a redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer (HU *et al.*, 2003).

Esse cereal tem importância nutricional devido a expressiva quantidade de calorias que fornece, além de baixo índice glicêmico, reduzindo a absorção dos carboidratos e maior sensação de saciedade. A farinha obtida do arroz, por não conter glúten, pode ser empregada em produtos de panificação destinados a pessoas celíacas. Entretanto, embora apresente diversos benefícios socioeconômicos e nutricionais, a utilização da farinha de arroz ainda é modesta (HEISLER *et al.*, 2008)

De acordo com Wünsche *et al.* (2018), pessoas com doença celíaca devem viver com dieta isenta de glúten por toda a vida, uma vez que o glúten causa inflamação intestinal provocando a perda na absorção de nutrientes. Além disso, mais e mais pessoas retiram voluntariamente o glúten de suas dietas. Para esses autores, “enquanto apenas uma década atrás, os pacientes celíacos eram muitas vezes incompreendidos e excluídos da vida social, uma moda em direção a uma dieta sem glúten foi observada nos últimos anos”.

Além dos produtos tradicionais comercializados, como pães, biscoitos, bolos, massas alimentícias, entre outros, feitos com trigo, centeio, cevada, aveia e triticale, alimentos processados que contêm trigo e glúten-derivados como espessantes e enchimentos e medicamentos que usam glúten como comprimido ou aglutinantes de comprimidos não são podem ser consumidos por pessoas celíacas (BOZDOGAN; KUMCUOGLU; TAVMAN, 2019).

Em vista disso, as mudanças dietéticas necessárias para substituição da farinha de trigo por outras fontes isentas de glúten pode ter um impacto notável na vida diária dessas pessoas com doença celíaca. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi determinar a composição centesimal das farinhas de arroz branco, negro e vermelho com o intuito de demonstrar sua importância nutricional e tecnológica, quanto a cor, para elaboração de produtos sem glúten.

Material e métodos

As matérias-primas utilizadas neste trabalho foram as farinhas de arroz branco, vermelho e negro doadas pela empresa Ruzene.

A composição centesimal das farinhas foi avaliada quanto ao teor de umidade, proteínas totais (fator de conversão de nitrogênio para arroz e produtos de 5,95) e cinzas, segundo metodologias descritas pela AOAC (2011). A determinação de lipídeos totais seguiu a metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959). Para o cálculo do teor de carboidratos totais subtraiu-se de 100, o total da soma dos teores de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos. O valor energético dos produtos foi calculado com base nos valores de lipídios, proteínas e carboidratos, que fornecem 9, 4 e 4 kcal/g, respectivamente (BRASIL, 2003).

A análise colorimétrica foi avaliada em colorímetro portátil de reflexão, marca Konica Minolta, modelo KM-CR-400 básico, sendo os resultados expressos pelos parâmetros L^* , a^* , b^* , onde os valores de luminosidade (L^*) variam entre zero (preto) e 100 (branco), os valores das coordenadas de cromaticidade a^* e b^* , variam de $-a^*$ (verde) até $+a^*$ (vermelho), e de $-b^*$ (azul) até $+b^*$ (amarelo).

Os dados foram avaliados estatisticamente utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA). As diferenças foram consideradas significativas para $p < 0,05$, pelo método de Tukey com intervalo de confiança de 95%. O programa utilizado para as análises foi o software R.

Resultados e discussão

Os resultados da composição centesimal, valor energético e cor das farinhas de arroz estão apresentados na Tabela 1.

Os resultados encontrados para farinha de arroz branco estão dentro dos valores reportados na literatura, sendo de 6,52 a 13,68 % de umidade, 6,87 a 8,24 % de proteínas, 0,46 a 2,53 % de lipídeos, 0,22 a 0,42 % de cinzas, 76,67 a 90,72% de carboidratos e 361,13 kcal/g de valor energético

(BOZDOGAN; KUMCUOGLU; TAVMAN, 2019; DORS; CASTIGLIONI; AUGUSTO-RUIZ, 2006; HEISLER *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2013).

Tabela 1 – Composição centesimal, valor energético e cor das farinhas de arroz

	Farinha de arroz branco	Farinha de arroz negro	Farinha de arroz vermelho
Umidade (%) ¹	8,41 ± 0,14 b	9,64 ± 0,59 a	10,18 ± 0,11 a
Proteínas (%) ¹	8,01 ± 0,14 ab	7,94 ± 0,02 b	9,15 ± 0,82 a
Lipídeos (%) ¹	1,11 ± 0,00 c	3,87 ± 0,30 b	5,39 ± 0,11 a
Cinzas (%) ¹	0,46 ± 0,01 c	1,30 ± 0,01 b	1,47 ± 0,00 a
Carboidratos (%) ²	82,01	77,25	73,81
VE (kcal/g) ³	370,09	375,60	380,34

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ Resultados em base úmida; ² Calculados por diferença: (100 - % umidade - % proteínas - % lipídeos - % cinzas); ³ Valor energético = 9 x lipídeos (%) + 4 x proteínas (%) + 4 x carboidratos (%).

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Jesus (2016) analisou a composição centesimal de arroz negro e branco obtendo os seguintes valores: 8,48 % e 5,51 % de umidade, 12,54 % e 12,64 % de proteínas, 4,01 % e 3,50 % de lipídeos, 2,17 % e 1,79 % de cinzas, 72,80 % e 76,56 % de carboidratos e valores energéticos de 377,44 kcal/g e 388,27 kcal/g, respectivamente. Observa-se que esses valores diferem dos resultados encontrados no presente estudo. Entretanto, essas diferenças se devem as condições edafoclimáticas de cultivo, além da provável diferença entre as cultivares de arroz que produziram as farinhas, as quais não foram citadas neste trabalho. Importante acrescentar que na investigação de Jesus (2016), o autor também encontrou valores de lipídeos e cinzas superiores, como no presente estudo.

Massareto (2013) investigaram as características químicas e nutricionais de arroz preto (grão médio e longo) e arroz vermelho encontrando teores de 12,8% e 13,2 % de umidade, 7,7 % e 8,5 % de proteínas, 2,4 % e 3,1 % de lipídeos e 1,5 % e 1,6 % de cinzas no arroz preto de grãos médios e longos, respectivamente. Para o arroz vermelho, esse autor encontrou teores de 13,0 % de umidade, 7,7 % de proteínas, 2,3 % de lipídeos e 1,3 % de cinzas. Com exceção do teor de lipídeos, os valores aqui encontrados foram próximos ao desse autor.

Observa-se, na Tabela 1, que a farinha de arroz vermelho apresentou teores de lipídeos e cinzas superiores aos dos outros tipos de arroz e de proteínas superior ao do arroz negro. Embora o elevado teor de lipídeos possa comprometer o aporte calórico no consumo desses produtos, Das e Bhattacharya (2019) relatam que essa variedade de arroz possui uma grande quantidade de compostos

fenólicos como antocianina e antocianidina, sendo este um fator relevante para seu consumo, por se tratarem de excelentes antioxidantes. De acordo com Hu *et al.* (2003), compostos fenólicos são importantes na prevenção de radicais livres no organismo humano auxiliando na prevenção de vários tipos de doenças crônicas não transmissíveis.

Assim como a farinha de arroz vermelho, a farinha de arroz negro também apresentou elevados teores de lipídeos, quando comparada a de arroz branco. De acordo com Massareto (2013), “embora existam cultivares de arroz vermelho com elevados teores de compostos fenólicos, de forma geral, as cultivares de arroz preto apresentam teores maiores do que as deste. Aliando a isso, segundo o mesmo autor, tanto o arroz preto quanto o vermelho apresentam 80% de ácidos graxos insaturados em relação ao teor total, sendo considerado, portanto, benéfico ao organismo.

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados da análise de cor das diferentes farinhas de arroz. Nota-se que farinha de arroz branco apresentou maior luminosidade (tendendo ao branco), que a farinha de arroz vermelho, seguida da farinha de arroz negro. Este resultado era o esperado, visto que visualmente as farinhas apresentam esse comportamento, devido a presença de diferentes pigmentos nessas variedades de arroz.

Tabela 2 – Análise de cor das farinhas de arroz

	Farinha de arroz branco	Farinha de arroz negro	Farinha de arroz vermelho
L* ¹	90,93 ± 0,57 a	66,52 ± 0,57 c	73,26 ± 0,37 b
a* ²	- 0,63 ± 0,04 c	1,98 ± 0,04 b	4,21 ± 0,06 a
b* ³	6,29 ± 0,13 b	3,91 ± 0,09 c	8,93 ± 0,12 a

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ Luminosidade: variam entre zero (preto) e 100 (branco); ² variam de -a* (verde) até +a* (vermelho); ³ variam de -b* (azul) até +b* (amarelo).

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Em relação a coordenada a* constatou-se que a farinha de arroz vermelho apresentou maior valor (4,21 ± 0,06) que se deve devido a presença de compostos fenólicos, principalmente as antocianinas no grão. Segundo Massareto (2013), variedades de arroz não pigmentado apresentam teores muito menores de compostos fenólicos totais do que as variedades pigmentadas. Em estudo realizado por Chen *et al.* (2012) não foram detectadas antocianinas na variedade de arroz não pigmentado, o que reforça os resultados apresentados no presente estudo.

A coordenada b* indicou a tendência da farinha de arroz vermelho e branco ao tom amarelo. Souza *et al.* (2013) encontraram valores de 79,3 para L*, 0,4 para a* e 8,9 para b* em farinha de arroz

branco. Embora os resultados sejam diferentes, observa-se que a farinha também apresentou luminosidade próxima ao branco, pouca tendência ao vermelho e tons amarelados, corroborando para os resultados aqui apresentados.

Jesus (2016) encontrou valores de 86,30 e 68,32 de L*, -0,30 e 1,71 para a* e 10,46 e 6,92 de b* para farinha de arroz branco e negro, respectivamente. Os valores foram mais próximos ao do presente trabalho, exceto para b* que foram inferiores aos encontrados por esses autores.

Conclusão

Pode-se concluir, a partir da composição centesimal das farinhas estudadas, que estas apresentaram características nutricionais adequadas, sobretudo quanto aos teores de proteínas. A FAV e FAN se diferenciaram da FAB por apresentar maiores teores de lipídeos e cinzas. Ainda assim, os três tipos de farinhas de arroz são adequados para elaboração de produtos sem glúten, mas pode-se sugerir que a FAN e FAV podem ser mais atrativas na elaboração de produtos como bolos, bolachas, cookies e produtos com uma coloração diferenciada, sem a adição de outros ingredientes para dar cor ao produto final.

Agradecimentos

Os autores agradecem a empresa Ruzene pela doação das farinhas de arroz.

Referências

- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed. 4 rev. Gaithersburg: AOAC, 2011. 1505p.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911 – 917, 1959.
- BOZDOGAN, N.; KUMCUOGLU, S.; TAVMAN, S. Investigation of the effects of using quinoa flour on gluten-free cake batters and cake properties. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 2, p. 683 – 694, 2019.
- BRASIL. RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 dez. 2003. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0360_23_12_2003.html. Acesso em: 08 mar. 2019.
- CHEN, X. Q.; NAGAO, N.; ITANI, T.; IRIFUNE, K. Anti-oxidative analysis, and identification and quantification of anthocyanin pigments in different coloured rice. **Food Chemistry**, v. 135, p. 2783 – 2788, 2012.
- DORS, G. C.; CASTIGLIONI, G. L.; AUGUSTO-RUIZ, W. Utilização da farinha de arroz na elaboração de sobremesa. **Vetor**, v. 16, n. 1/2, p. 63 – 67, 2006.

- HEISLER, G. E. R. *et al.* Viabilidade da substituição da farinha de trigo pela farinha de arroz na merenda escolar. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 299-306, 2008.
- HU, C.; ZAWISTOWSKI, J.; LING, W.; KITTS, D.D. Black rice (*Oryza sativa* L. indica) pigmented fraction suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide in chemical and biological model systems. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v.51, p.5271-527, 2003.
- JESUS, C. A. **Pré-mistura para bolos a base de farinha de arroz negro e branco**. 2016. 21f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2016.
- MASSARETO, I. L. **Características químicas e nutricionais de arroz-preto, vermelho e selvagem e comparação por análise estatística multivariada**. 2013. 153f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos – Área de Bromatologia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- SOUZA, T. A. C. *et al.* Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 717 – 728, 2013.
- WÜNSCHE, J. *et al.* Consumption of gluten free products increases heavy metal intake. **NFS Journal**, v. 12, p. 11 – 15, 2018.

Capítulo 66

Análise da composição centesimal e de características físico-químicas em farinhas de milho produzidas na região do Vale do Jequitinhonha.

Rosimere Campos Ferreira*¹; Italo Gomes Reis¹; Mayara Rodrigues Lessa²; Alexandre Alves da Silva²; Nísia Dessimoni Pinto³

Resumo

A farinha de milho, por apresentar sabor peculiar, se constitui em um produto consumido por todas as classes sociais, sendo a base energética de muitos pratos típicos dos brasileiros. O presente trabalho objetivou avaliar a composição centesimal e as características físico-químicas de sete amostras de farinha de milho produzidas na região do Vale do Jequitinhonha. As amostras avaliadas foram fabricadas por pequenos produtores e agricultores familiares da região de Penedo, no município de Itamarandiba - MG. As análises seguiram a metodologia sugerida pelas AOAC (2007), todas as determinações foram feitas em três repetições, exceto para os teores proteína e pH, e os resultados expressos em porcentagens. Verificou-se que os teores encontrados de umidade, cinzas, fibra bruta e lipídeos estão em conformidade com as legislações vigentes da ANVISA (2012), CNNPA (1978). De acordo com a análise físico-química, a média de acidez total titulável e pH estão de acordo com os estudos encontrados. Conclui-se a farinha de milho é altamente nutritiva e fonte de energia para o ser humano. As farinhas avaliadas estão aptas para o consumo com base na composição centesimal e na caracterização físico-química de acordo com as legislações vigentes.

Palavras-chave: Adequação. Fibras. Valorização.

Introdução

O milho é o cereal que possui grande número de produtos industrializados. É utilizado na alimentação animal, humana, indústrias farmacêutica, bélica e aérea (ALESSI *et.al.*, 2003).

¹Discentes, do curso de Nutrição, Departamento de Nutrição, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

²Técnicos, do Laboratório, Departamento de Nutrição, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

³Docente, Departamento de Nutrição, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

A farinha de milho, por apresentar sabor peculiar constitui em produto consumido por todas as classes sociais, sendo uma base energética para muitos pratos típicos dos brasileiros (ALESSI *et al.*, 2003).

Produto de baixo custo e amplamente disponível no mercado (ALVIM; SGARBIERI; CHANG, 2002), a produção da farinha de milho em comunidades rurais, como Penedo, no município de Itamarandiba - MG é fonte de renda da agricultura familiar. Tal fato justifica a necessidade do enquadramento desta produção diante da legislação vigente visando à valorização de alimentos regionais.

Com essa visão, o presente trabalho objetivou avaliar a composição centesimal e as características físico-químicas de sete amostras de farinha de milho produzidas na região do Vale do Jequitinhonha.

Material e métodos

As sete amostras de farinhas de milho, foram doadas por pequenos agricultores familiares da região Penedo, no município de Itamarandiba - MG. As análises seguiram a metodologia sugerida pelas (AOAC, 2007), todas as determinações foram feitas em três repetições, exceto para os teores de proteína e pH, e os resultados expressos em porcentagens.

1. Composição centesimal da farinha de milho

A composição Centesimal foi determinada pelo método preconizado pela (AOAC, 2007), sendo quantificados os componentes: umidade, proteínas, lipídeos, cinzas, fibra bruta, carboidratos, e valor calórico.

1.1 Umidade

As amostras foram submetidas à secagem em estufa a 105 °C até peso constante, sendo o resultado expresso em porcentagem de umidade na matéria seca (AOAC, 2007).

1.2 Lipídeos

A quantificação dos lipídeos foi feita por extração contínua e exaustiva com éter etílico a partir de 0,5 g de amostra triturada em aparelho tipo Soxhlet (AOAC, 2007).

1.2 Proteínas

A proteína foi obtida pela determinação da porcentagem de nitrogênio total da amostra segundo o método Kjeldahl e multiplicada pelo fator de correção 6,25 (IAL, 2005).

1.3 Cinzas

As cinzas das farinhas de milho foram obtidas a partir de 1,5 g de amostra por incineração a 550-570°C em mufla por 5 horas (AOAC, 2007).

1.4 Fibra bruta

O método consistiu no uso de aproximadamente 0,5g de amostra, previamente desengordurada em tubo tecnal, onde se adicionou ácido acético 70% e ácido tricloroacético, e ácido nítrico (em capela). O material resistente à hidrólise, depois de filtrado, foi secado em estufa regulada em 100°C por 6 horas (AOAC, 2007).

1.5 Carboidrato

O conteúdo de carboidrato foi determinado por diferença: calculou-se a média da porcentagem de água, proteínas, lipídeos e cinzas e o restante foi considerado carboidrato (AOAC, 2007).

1.6 Valor calórico

Foi efetuado com base na composição da farinha de milho, utilizando os fatores de conversão de Atwater: 4 Kcal.g⁻¹ (proteínas), 4 Kcal.g⁻¹ (carboidratos), e 9 Kcal.g⁻¹ (lipídios) segundo Osborne e Voogt (1978 apud BORGES; PEREIRA; LUCEMA, 2009).

2 Análise físico-químicas da farinha de milho

A Análise físico-química foi determinada de acordo com o Instituto Adolf Lutz (IAL, 2005), sendo quantificados os componentes: acidez total titulável e pH.

2.1 Acidez Total Titulável (ATT)

Foi de acordo com o Instituto Adolf Lutz (IAL, 2005) a determinação dos ácidos presentes nas amostras das farinhas foi feita por titulação com uma solução titulante de hidróxido de sódio na concentração 0,1 mol L⁻¹ padronizada com biftalato de potássio utilizando o indicador fenolftaleína.

2.2 pH

A determinação do pH foi baseada nas normas do Instituto Adolf Lutz (IAL, 2005) por leitura direta em potenciômetro digital (pH/ Ion Meter 450) a partir da inserção direta na diluição de 0,2 g de amostra fresca em 10 mL de água destilada. Antes da leitura das soluções das amostras o aparelho foi previamente calibrado com soluções tampão de (pH 4,0 e 7,0).

2.3 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi com o delineamento completamente casualizado (DCC), com três repetições. As medias foram submetidas ao teste de Scott- Knott, ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), com auxílio do software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

A composição centesimal (umidade, fibra bruta e cinzas,) da farinha de milho encontra-se na Tabela 1. A média dos experimentos relata que as amostras são significativas ($p \leq 0,05$) para os teores de umidade, cinzas e proteínas, contudo para os teores de fibra bruta não variou significativamente.

Conforme a tabela 1 verificou-se que os valores de umidade, de todas as amostras de farinha de milho, estão de acordo com os parâmetros preconizados pela (CNNPA nº 12, de 1978) sendo no máximo 14 %. A umidade é um componente importante, porque é considerada um dos principais fatores de aceleração de reações químicas e enzimáticas, e pode influenciar na qualidade do produto (2002 apud GUTKOSKI, L. C.; JACOBSEN, N. R, 2012).

O teor de fibra bruta variou de 5,00 % a 10,96 %, o que permite ser considerado “alto conteúdo” de fibra bruta de acordo com a (ANVISA, 2012).

A média dos valores obtidos para a composição centesimal nas amostras está de acordo com a (CNNPA nº 12, de 1978) que permite até 1% de cinzas, em farinhas de milho, em base seca.

Tabela 1 – Valores médios expressos (base seca) em g.100g⁻¹ de umidade, fibra bruta e cinzas, das farinhas de milho

Produtos	Umidade	Fibra bruta	Cinzas
Amostra 1	0,89 ^c	8,71 ^a	0,68 ^c
Amostra 2	1,93 ^b	10,69 ^a	0,84 ^b
Amostra 3	0,45 ^d	10,96 ^a	0,82 ^b
Amostra 4	0,28 ^d	9,82 ^a	1,05 ^a
Amostra 5	2,41 ^a	9,32 ^a	0,64 ^c
Amostra 6	0,07 ^d	10,85 ^a	1,01 ^a
Amostra 7	1,10 ^c	10,26 ^a	0,68 ^c

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Scott- Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$).

Quanto ao teor de proteína encontrado, foi de 5,06% a 7,30%, sendo que o valor determinado previsto na resolução, como parâmetros de qualidade de farinhas de milho, é de 6% (em base seca), de acordo com (CNNPA nº 12, de 1978).

Contudo, segundo Boen *et al.* (2007) que caracterizou a farinha de trigo tipo especial em base seca, para o uso doméstico, encontrou um teor de cinzas de 0,65% e porcentagem de proteínas superior a 7,00%, o que corroboram com os valores encontrados.

A composição centesimal (carboidrato, valor calórico, e lipídeos) da farinha de milho encontra-se na Tabela 2.

A média dos experimentos mostra que as amostras são significativas ($p \leq 0,05$) para os teores de carboidrato e valor calórico, entretanto para os teores de lipídeos não variou significativamente.

A média de lipídeos obtida caracterizam as amostras analisadas como alimento de baixo teor de gorduras totais. Esses alimentos são importantes para diminuir a prevalência de sobrepeso e obesidade, e os riscos para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis.

O valor de carboidrato variou de 67,65% a 78,74%, o que se assemelha aos resultados encontrados por Damiani (1989 apud BORGES; PEREIRA; LUCEMA, 2009). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000 apud GIACOMELL, D. *et al.* 2012), os carboidratos são os componentes que se encontram em alta quantidade nos cereais, aproximadamente 83% da composição das sementes de milho. Conforme esperado, em todas as farinhas analisadas, o carboidrato aparece em quantidade elevada, sendo assim as farinhas são boas fontes de energia para o ser humano.

Tabela 2 – Valores médios expressos (base seca) em g.100g⁻¹ de carboidrato, proteínas, lipídeos e valor calórico das farinhas de milho

Produtos	Carboidrato	Proteínas	Lipídeos	Valor calórico
Amostra 1	75,99 ^c	6,15 ^d	0,03 ^a	328,83 ^d
Amostra 2	67,65 ^g	6,71 ^b	0,06 ^a	297,98 ^a
Amostra 3	71,78 ^e	5,06 ^f	0,04 ^a	307,72 ^b
Amostra 4	75,03 ^d	7,34 ^a	0,03 ^a	329,75 ^e
Amostra 5	70,56 ^f	6,37 ^c	0,04 ^a	308,08 ^c
Amostra 6	78,74 ^a	6,31 ^c	0,02 ^a	340,38 ^g
Amostra 7	77,87 ^b	5,83 ^e	0,02 ^a	334,98 ^f

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Scott- Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$).

Constatou-se, na farinha de milho analisada neste trabalho, um valor calórico de 366,57 Kcal. 100g⁻¹ a 406,56 Kcal. 100g⁻¹, no entanto Pereira *et al.* (2005 apud BORGES; PEREIRA; LUCEMA, 2009) encontraram em farinha de batata um valor mais baixo (340 Kcal. 100g⁻¹).

A Análise físico-química (ATT e pH) encontra-se na Tabela 3. A média dos experimentos relata que as amostras são significativas ($p \leq 0,05$) para o teor de pH, no entanto para o teor de ATT não variou significativamente.

Tabela 3 – Valores médios expressos em g.100g⁻¹ das características físico-químicas (acidez total titulável e pH) das farinhas de milho

Produtos	ATT	pH
Amostra 1	1,16 ^a	4,80 ^b
Amostra 2	1,22 ^a	5,20 ^a
Amostra 3	1,36 ^a	4,41 ^c
Amostra 4	2,00 ^a	4,71 ^b
Amostra 5	1,71 ^a	4,52 ^c
Amostra 6	1,99 ^a	5,03 ^a
Amostra 7	1,99 ^a	4,73 ^b

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ATT: acidez total titulável.

Nota: Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Scott- Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$).

O valor de acidez total titulável registrado para os produtos foram de 1,16 g.100g⁻¹ a 2,0 g.100g⁻¹, no entanto, Chisté *et al.* (2006 apud BORGES; PEREIRA; LUCEMA, 2009), na pesquisa realizada com farinha de mandioca, obtiveram um valor bem superior (4,11 g.100g⁻¹).

Neste sentido, tendo em vista os efeitos tóxicos sofridos pelos microrganismos quando encontrado num pH muito ácido, pode-se constatar que o valor de pH abaixo de 4,5 encontrado é benéfico ao produto final, pois, promove uma maior vida de prateleira para a farinha de milho segundo Chisté *et al.* (2006 apud BORGES; PEREIRA; LUCEMA, 2009).

Para o teor de pH nota-se que, a média evidenciado nesta pesquisa foi de 4,41 à 5,20. Este comportamento ratifica o estudo realizado por Fernandes (2006), o qual avaliou a composição da farinha de batata e encontrou um pH de 4,96.

Conclusão

Conclui-se que a farinha de milho é altamente nutritiva e fonte de energia para o ser humano. As farinhas avaliadas estão aptas para o consumo com base na composição centesimal e na caracterização físico-química de acordo com as legislações vigentes ANVISA (2012), CNNPA (1978).

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 54, de 12 de Novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864. Acesso em: 15 jun. 2019.
- ALESSI, O. M.; RAUPP, D. S.; GARDINGO, J. R. Caracterização do processamento da farinha de milho biju para o aproveitamento dos subprodutos. **Ciência Agricultura da Engenharia**. Ponta Grossa, v. 9 n. 2 p. 31-39, 2003.
- ALVIM, I. D; SGARBIERI, V. C; CHANG, Y. K. Desenvolvimento de farinhas mistas extrusadas à base de farinha de milho, derivados de levedura e caseína. **Ciências Tecnologia Alimentação**, [online], v. 22, n. 2, p. 170-176, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010120612002000200012&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 13 de Junho de 2019.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS **Official methods of analysis of the Association**. 15. ed. Washington, DC, 2007.
- BOEN, T. R. *et al.* Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinhas de trigo e milho enriquecidas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, [online] v. 43, n. 4, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v43n4/11.pdf>. Acesso em: 15 de Jun. de 2019.
- BORGES, A. M; PEREIRA, J; LUCENA, E. M.P. caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, n. 2, p. 333-339, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - CNNPA n. 12**, de 24 de Julho de 1978. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78_farinhas.htm. Acesso em: 15 de Jun. 2011.

Fernandes, A. F. **Utilização da farinha de casca de batata inglesa (*solanum tuberosum* L.) na elaboração de pão integral**. 2006. 127 f. Dissertação (mestrado em ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras 2006

GIACOMELL, D. *et al.* Composição nutricional das farinhas de milho pré-cozida, moída à pedra e da preparação Culinária “polenta”. **Alimentação e Nutrição**. Araraquara, v. 23, n. 3, p. 415-420, 2012.

INTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físicos- químicos para análise de alimentos. Brasília: **Ministério da Saúde**, Agencia Nacional de Vigilancia Sanitária, 4.ed. p.1018. 2005.

Capítulo 67

Uso do grupo focal como método de análise do perfil de compra e consumo de iogurte e bebida láctea

Alana Santos Guimarães*¹; Jennifer Maiane Brito Bastos; Andreza Sales Macedo; Gabrielle Cardoso Reis Fontan²

Resumo

O grupo focal é uma metodologia qualitativa que utiliza interações grupais com intuito de obter informações sobre um assunto colocado em foco. O objetivo desse trabalho foi aplicar o método Grupo Focal com o intuito de identificar e analisar os atributos sensoriais e de preferência de consumidores em relação ao consumo de iogurte e/ou bebida láctea. O recrutamento foi realizado na própria Universidade com auxílio de um roteiro de perguntas. Foram selecionados 24 consumidores que apreciavam os produtos e não possuíam nenhum impedimento por saúde ou palatável, bem como sabiam diferenciar algumas características sensoriais dos alimentos. As reuniões foram divididas em 3 sessões e realizadas com 8 consumidores distintos em cada sessão tendo duração de aproximadamente 60 minutos. Ao fim da discussão os participantes degustaram algumas marcas codificadas dos produtos. Pode-se perceber que há uma preferência maior por iogurte e alguns consumidores são criteriosos na escolha do produto, porém no teste codificado alguns preferiram uma das bebidas lácteas por pensarem ser iogurte. O grupo focal contribuiu para enriquecer e adequar às informações de dados coletados anteriormente por questionários, pois trouxe elementos importantes a respeito da aceitação dos consumidores em relação ao iogurte e bebida láctea.

Palavras-chave: Aceitação. Consumidores. Preferência. Questionário.

Introdução

Obtido a partir da coagulação láctica do leite pela ação simbiótica dos *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, o iogurte compõe um produto que contém propriedades nutricionais bastante interessantes como seu rico teor de cálcio e proteínas, além de minerais, como zinco e magnésio (ROCHA *et al.*, 2008).

¹Estudante, Colegiado de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

²Professora e Pesquisadora, Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

O interesse da população por alimentos mais nutritivos e saudáveis aumenta a cada dia e com isso aumenta também a demanda por estes alimentos. Por este motivo há um maior aprimoramento na área dos produtos lácteos, principalmente para os iogurtes em que o consumo está em constante crescimento. Além disso, a inserção de substâncias funcionais nesses produtos é bem recebida pelos consumidores (DLUZNIEWSKI; GONÇALVES; COPETTI, 2014).

Segundo Vieira *et al.* (2013, apud MORGAN, 1997) o grupo de foco foi estruturado primeiramente por Merton e Kendall durante o ano de 1940 em pesquisas sociais com soldados durante a Segunda Guerra Mundial. Portanto, é sabido que esta técnica foi inicialmente utilizada fora do campo de pesquisa. Segundo Gondim (2002, apud Bogardus, 1926; Lazarsfeld, 1972) a noção de grupos focais está apoiada no desenvolvimento das entrevistas grupais.

A técnica de Grupo Focal (GF) é uma das diversas modalidades de entrevistas grupais. É uma técnica de abordagem rápida permitindo conhecer de forma eficaz, ligeira e com baixo custo certas características de determinados grupos da população e dos processos dinâmicos de interação entre eles (VIEIRA *et al.*, 2013).

A Análise Sensorial estuda a percepção de consumidores acerca de determinados produtos a partir de sensações e reações. Aplicada às pesquisas de desenvolvimento de produtos, controle de qualidade e de potencial de mercado, esse campo da ciência desdobra-se em métodos sensoriais cujos objetivos definem quais tipos de testes sensoriais serão aplicados. Estes, por sua vez, podem ser discriminatórios, de análise descritiva de produtos ou do consumidor (MINIM, 2013).

Ao obter respostas subjetivas das características sensoriais do produto avaliado, os testes afetivos procuram identificar características sensoriais atribuídas pelos consumidores, gostos e/ou opiniões sobre o produto. Podem ter como foco determinar o mercado potencial, a preferência entre dois ou mais produtos ou sua aceitabilidade – reações do consumidor quanto ao grau de gostar/desgostar a partir de atributos e disposição a comprar/pagar (MINIM, 2013).

Pode-se considerar o processo de aplicação dos grupos focais seguindo uma linha metodológica composta pelas seguintes exigências: (i) planejamento, (ii) condução das sessões e (iii) análise dos dados.

Fundamentado nessas considerações, esta pesquisa tem como objetivo apresentar a experiência de utilização da técnica de grupo focal com o intuito de identificar e analisar os atributos sensoriais e de preferência dos consumidores em relação ao consumo de iogurte e/ou bebida láctea.

Material e métodos

Para aplicação do método de grupo focal foi necessário recrutar consumidores de iogurte e bebida láctea. Para isso os candidatos foram entrevistados na própria Universidade com auxílio de um roteiro de perguntas que posteriormente definiu a participação ou não de cada entrevistado. Foram selecionados 24 consumidores que apreciam os produtos e não possuíam nenhum impedimento por saúde ou palatável, bem como sabiam diferenciar algumas características sensoriais dos alimentos como alimentos ácidos ou suculentos.

Os Grupos Focais foram coordenados em forma de reunião e conduzidos por uma moderadora que utilizou dinâmicas de grupo e gravação de áudio autorizada pelo grupo para conseguir o máximo de informações dos participantes. Foi realizado também o registro das falas em texto por 2 pesquisadoras que participaram das reuniões, para garantir que os dados não fossem perdidos caso ocorresse algum problema na gravação.

As reuniões foram divididas em 3 sessões e realizadas com 8 consumidores distintos em cada sessão e obtiveram duração de aproximadamente 60 minutos.

A moderadora seguiu um roteiro elaborado previamente com perguntas norteadoras obtidas através de uma pesquisa com questionário realizada previamente online. O questionário online apresentou questões fechadas de múltiplas escolhas totalizando 20 questões divididas por grupos a fim de obter dados sobre o perfil do consumidor de iogurte e bebida láctea. Foram devolvidos 208 questionários adequadamente respondidos. Destes foram selecionadas perguntas com maiores porcentagens de respostas por opção e forte interação analisado pelo método de Análise de Correspondência Múltipla.

Ao fim da discussão os participantes degustaram algumas marcas codificadas dos produtos e foram indagados em relação às características sensoriais percebidas, ao tipo de produto e a preferência entre as amostras.

O projeto ao qual o trabalho faz parte foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia sob número 319555.

Resultados e discussão

A codificação das amostras para degustação dos participantes em cada reunião está expressa nas tabelas abaixo. Adotou-se a codificação da tabela 1 como padrão de exposição para discussão dos resultados das 3 reuniões.

Tabela 1 - Codificação das amostras da primeira reunião e padrão para exposição dos resultados e discussão

Código	Produto	Marca
A	Iogurte	Cooleite
B	Bebida láctea	Cooleite
C	Bebida láctea	Paulista
D	Iogurte	Danone

Fonte: Dos autores, 2019.

Tabela 2 - Codificação das amostras da segunda reunião

Código	Produto	Marca
A	Bebida láctea	Paulista
B	Iogurte	Danone
C	Bebida láctea	Cooleite
D	Iogurte	Cooleite

Fonte: Dos autores, 2019.

Tabela 3- Codificação das amostras da terceira reunião.

Código	Produto	Marca
A	Bebida láctea	Cooleite
B	Iogurte	Danone
C	Iogurte	Cooleite
D	Bebida láctea	Paulista

Fonte: Dos autores, 2019.

Verificou-se que a maioria dos participantes prefere iogurte. Informaram que escolhem o produto com base no preço e por isso compram em embalagens maiores para que tenham maior durabilidade e alguns compram bebida láctea. Outros fatores mais citados que interferem na compra foram a marca do produto e a validade. No momento do consumo apreciam a consistência, sabor, cor e aroma. Informaram também que consomem com intuito de melhorar a flora intestinal e por ser prático e saudável numa frequência de 2 vezes por semana.

Com relação a alguns aspectos como a cor e o sabor do iogurte e/ou bebidas lácteas informaram que a cor caracteriza o sabor e que quanto mais intensa mais artificial aparenta, em

contrapartida se estiver muito claro aparenta não ser saboroso. A maioria informou que a cor influencia no julgamento bem como o tipo de corante utilizado (natural ou artificial).

Com relação ao rótulo informaram que a marca é o mais notável juntamente com o design atraente. A maioria informou que lê o rótulo antes da compra e inclusive procuram saber se o produto contém soro de leite para que possa diferenciar iogurte de bebida láctea e que a presença do soro não interfere no momento da compra já que esperam que contenha soro apenas na bebida láctea.

No momento da degustação percebeu-se que estavam julgando as amostras pela cor e consistência, antes mesmo de provar ou saber a marca a maioria definiu ou se baseou na preferência através do aspecto visual.

Ao provarem a amostra ‘A’ a maioria julgou ser iogurte. Informaram que apreciaram a cor, consistência, aroma e sabor. Ao provarem a amostra ‘B’ a maioria julgou ser bebida láctea, com sabor e cor artificial, aroma fraco e textura líquida. Ao provarem a amostra ‘C’ a maioria julgou ser bebida láctea, compararam ao sabor de bala de iogurte e justificaram que o sabor é parecido com o sabor artificial e cor clara que também aparenta ser artificial. Informaram ser muito doce com textura muito líquida e aroma forte. Ao provarem a amostra ‘D’ a maioria julgou ser iogurte, com cor clara, aroma fraco e similar ao natural e sabor razoável.

Após a revelação das marcas os consumidores julgaram a textura da amostra ‘B’ melhor que a amostra ‘D’, pois se assemelha mais a iogurte. Gostaram mais da amostra ‘A’ por conta da cor, sabor e por conter pedaços de morango e por isso comprariam. Alguns informaram que comprariam a amostra ‘B’ por possuir boa textura e cor forte.

Os consumidores analisaram os rótulos de cada produto e identificaram que as amostras ‘A’ e ‘B’ possuíam em sua formulação corante natural e seus produtos aparentavam cor forte. Enquanto as amostras ‘C’ e ‘D’ possuíam em sua formulação corante artificial e os produtos apresentaram coloração fraca. Pode-se perceber que a consistência das amostras ‘A’ e ‘B’ foram avaliadas como as melhores para iogurte e bebida láctea respectivamente.

Por ser um produto comprado pronto para consumo com praticidade, os produtos lácteos são muito consumidos. A preferência pelo consumo de iogurte foi da grande maioria dos participantes. Segundo Castro (2014) os iogurtes entraram para o carrinho de compras e desde 2000 o consumo do alimento quase triplicou no país.

A frequência que consomem também chamou atenção, isso mostra que gostam e se preocupam com a saúde, pois consideram um produto saudável. Segundo uma pesquisa realizada por Molina, Pelissari e Feiharmann (2010) constatou que leite e derivados como iogurtes, são consumidos frequentemente e com alto percentual de consumo e aceitação. Considerando a frequência de consumir iogurte obteve-se melhor resultado no consumo.

A preocupação com o rótulo foi bem colocada durante a entrevista, pois a maioria observa o que está escrito para que possam diferenciar entre iogurte e bebida láctea. De acordo com Cavada *et al.* (2012) os consumidores utilizam os rótulos dos produtos para se manterem informados sobre as características e benefícios dos alimentos. As informações presentes nos rótulos são fundamentais no momento da aquisição dos alimentos. Mostra-se, dessa forma, a importância da rotulagem em informar o consumidor sobre as propriedades nutricionais de um alimento.

A marca para muitos ainda é muito levada em conta na hora da compra, uma grande parte informou que um design atraente é imprescindível para chamar atenção do consumidor. De acordo com Dluzniewski, Gonçalves e Copetti (2014, apud Araújo, Silva e Khan, 2014) com o acirramento da competição entre as marcas existentes no mercado é importante um controle maior por parte dos produtores sobre as condições de preservação nos pontos de venda além de buscar uma melhor aparência do produto com embalagens que atraiam o consumidor.

Com relação à cor e sabor aliados, alguns informaram que quanto mais forte o produto será artificial, estavam atentos ao tipo de corante utilizado demonstrando uma preocupação com o que está sendo consumido além de estarem julgando se seria iogurte ou bebida láctea. Segundo uma pesquisa realizada por Aguiar *et al.* (2010) o formato da embalagem e as cores foram características consideradas relevantes no momento da escolha do produto.

Apesar do sabor ser muito relevante para compra, os participantes julgavam a consistência do produto a fim de diferenciar de imediato entre iogurte e bebida láctea. De acordo com Manzano *et al.* (2008) quando se trata de iogurte, a textura e o corpo são tão importantes quanto o próprio sabor.

Conclusão

A aplicação do método grupo focal trouxe elementos importantes para a percepção dos pesquisadores a respeito do objeto de estudo (aceitação dos consumidores em relação ao iogurte e bebida láctea), revelando atributos valorizados pelos consumidores e outras questões pertinentes ao teste sensorial. Pode-se perceber que há uma preferência maior por iogurte e alguns consumidores são criteriosos na escolha do produto, porém no teste codificado alguns preferiram uma das bebidas lácteas por pensarem ser iogurte. O grupo focal assim contribuiu para enriquecer e adequar às informações de dados coletados anteriormente por questionários, pois trouxe elementos importantes a respeito da aceitação dos consumidores em relação ao iogurte e bebida láctea.

Todos os participantes mostraram-se satisfeitos ao participar das sessões dos grupos focais, pois além de se sentirem importantes ao serem convidados, puderam interagir com os demais participantes do grupo e adquirir mais conhecimento.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia por ter nos dado a oportunidade de realizar este trabalho e aos consumidores participantes das reuniões.

Referências

- AGUIAR, N. *et al.* Qualidade de Algumas das Marcas de Iogurte Comercializadas em Itapetinga-Ba. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 9, 2010.
- CASTRO, M. Consumo de iogurtes quadruplicou no país na última década. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2014/09/12/internas_economia,568263/consumo-de-iogurtes-quadruplicou-no-pais-na-ultima-decada.shtml. Acesso em: 20 mar. 2019.
- CAVADA, G. S. *et al.* Rotulagem nutricional: você sabe o que está comendo?. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, p. 84-88, 2012.
- DLUZNIEWSKI, D. M.; GONÇALVES, E. S.; COPETTI, M. **Análise do Perfil de Compra e Consumo de Iogurtes Funcionais nas Cidades de Matelândia e Medianeira através do Grupo Focal**. 2014. 82 f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Alimentos)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.
- GONDIM, S. M. G. Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. **Paidéia**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 24. 2002.
- MANZANO, G. *et al.* Aspectos Sensoriais e Físico-Químicos de “Iogurtes” de Soja com Espessantes/Estabilizantes a Base de Fécula de Inhame (*Dioscorea Alata*), Amido Modificado e Gelatina. **B.CEPPA**, Curitiba v. 26, n. 2, p. 287-296, jul./dez, 2008.
- MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 3 ed, Viçosa: Ed. UFV, 2013.
- MOLINA, G; PELISSARE, F. M; FEIHRMANN, A. C. Perfil do consumo de leite e produtos derivados na cidade de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.32, n.3, p 327-334, 2010.
- ROCHA, C. *et al.* Elaboração e Avaliação de Iogurte Sabor Frutos do Cerrado. **Revista Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 26, n. 2, p. 255-266, 2008.
- VIEIRA, C. M. *et al.* Aplicação da Técnica de Grupo Focal em Pesquisa da Rede-Sans sobre as Ações de Alimentação e Nutrição na Atenção Básica em Saúde. **Cadernos Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, 2013.

Capítulo 68

Composição centesimal e tecnológica de biscoitos doces com farinha de beterraba

Karolina Soares da Silva*¹; Carla Beatriz Silva¹; Gabriel Sthefano Lourenço Pereira¹, Ana Flavia Campos Santos¹, Mariuze Loyanny Pereira Oliveira², Claudia Regina Vieira*³

Resumo

O objetivo do presente estudo foi utilizar a farinha de beterraba como fonte nutricional para a elaboração de biscoito doce a fim de avaliar a composição centesimal e tecnológica das formulações deste produto. Para tal, foram preparadas três formulações de biscoitos: uma formulação padrão utilizando apenas farinha de trigo (0%BFB), uma com acréscimo de 15 % de farinha de beterraba (15%BFB) e a terceira adicionando 30 % de farinha de beterraba em relação à quantidade total de farinha de trigo (30%BFB). Os biscoitos foram avaliados quanto a composição centesimal e tecnologicamente (volume específico, perda de massa, fator de expansão e cor). O teor de carboidratos totais e valor calórico foram calculados. Com os resultados obtidos foi realizada análise estatística e pôde-se perceber o aumento significativo nos teores de proteína, lipídeos e cinzas, conforme a crescente adição de farinha de beterraba. Houve diminuição significativa no volume específico e fator de expansão quando adicionada qualquer quantidade de farinha de beterraba. Pode-se concluir o uso da farinha de beterraba é uma excelente alternativa para a elaboração de biscoitos, pois fornecem maiores teores de proteínas, lipídeos, minerais e valor energético, além do atrativo cor, se apresentando como uma boa alternativa de consumo por crianças.

Palavras-chave: *Beta vulgaris*, *L.* Enriquecimento. Panificação

Introdução

A beterraba é uma raiz tuberosa de cor vermelho-arroxeadada devido à presença de betalaínas. Estes pigmentos, além de fornecerem cor à beterraba, são importantes substâncias antioxidantes para a dieta humana (KANNER; HAREL; GRANIT, 2001). Segundo Giuntini, Lajolo e Menezes (2003),

¹Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

²Técnica Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³Professora Adjunto IV do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: karolinasoares05@gmail.com

além das betalaínas, está a olerícola, e é constituída de elevado teor de outros compostos bioativos, como as fibras, que se destacam por seus efeitos benéficos no trato gastrointestinal, por isso é considerado um alimento funcional.

A beterraba também se sobressai entre as hortaliças, pelo seu conteúdo em vitaminas do complexo B e nutrientes como, potássio, sódio, ferro, cobre e zinco (ALVES *et al.*, 2008).

As exigências básicas de nutrientes e a necessidade de uma vida saudável são preocupações universais e, qualquer distúrbio por falta de nutrientes ou falta de sua assimilação ou excreção, poderá provocar danos à saúde. Essas carências nutricionais são decorrentes de vários fatores, um deles são os hábitos alimentares incorretos. Atualmente, tem-se dado atenção ao enriquecimento de alimentos como uma forma de minimizar essas falhas (LAROSA *et al.*, 2009).

Com isso o objetivo do presente estudo foi utilizar a farinha de beterraba para a elaboração de biscoito doce a fim de avaliar a composição centesimal e tecnológica das formulações deste produto alimentício.

Material e métodos

A farinha de beterraba e os demais ingredientes utilizados nas formulações foram adquiridos no comércio local da cidade de Montes Claros – MG.

Foram preparadas três formulações de biscoitos: uma formulação padrão utilizando apenas farinha de trigo (0%BFB), uma com acréscimo de 15 % de farinha de beterraba (15%BFB) e a terceira adicionando 30 % de farinha de beterraba em relação à quantidade total de farinha de trigo (30%BFB).

Seguiu-se o procedimento descrito por Larosa *et al.* (2009) para elaboração dos biscoitos com modificações. Os ingredientes, 100 g de farinha de trigo (0%BFB) ou 100 g de farinha de trigo e 15 g de FB (15%FB) ou 100 g de farinha de trigo e 30 g de FB (30%BFB), 57,8 g de açúcar refinado, 0,95 g de sal, 1,10 g de bicarbonato de sódio, 1,3 g de fermento químico, 20 g de ovo e 30 g de margarina foram pesados em balança semi-analítica e 7,10 mL de água potável medida em proveta graduada. Os ingredientes foram misturados juntos em batedeira planetária (marca Arno) durante 3 minutos. A massa foi estendida manualmente com rolo para massa sobre a bancada e moldada com auxílio de fôrmas circulares de cinco centímetros de diâmetro, sendo em seguida assados a temperatura de 150 °C por aproximadamente 23 minutos. Após o resfriamento, os biscoitos foram avaliados físico-quimicamente e tecnologicamente. Cada formulação foi preparada com duas repetições de processo.

Para a análise da composição centesimal da FB e dos biscoitos, o teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa ventilada (Quimis, Q31M242, Diadema, Brasil) a

105 °C, até peso constante. Para a quantificação das proteínas totais, foi empregado a metodologia de micro-Kjeldahl utilizando digestor (Gerhardt Bonn, TR, Alemanha) e destilador de proteínas (Marconi, MA036, Piracicaba, Brasil), com o fator de conversão de nitrogênio universal de 6,25. Na análise de cinzas totais, as amostras foram incineradas em mufla (Coel, UL 1400, São Paulo, Brasil) a 550 °C. Essas análises foram realizadas segundo metodologias descritas pela AOAC (2011). A determinação da fração lipídica total foi determinada pela metodologia de Bligh e Dyer (1959).

O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença percentual, subtraindo-se do total a soma de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos. O valor calórico foi calculado com o uso de fatores de conversão de 4kcal/g para proteínas e carboidratos e 9kcal/g para lipídios (BRASIL, 2003).

Os biscoitos foram avaliados tecnologicamente através da determinação do volume específico (cm³/g), perda de massa (g) e fator de expansão segundo metodologia da AACC (1995). O volume específico foi determinado medindo a massa (g) e o volume aparente através da medida do volume (cm³) do biscoito pelo deslocamento de painço, após assados. Para o cálculo da perda de massa (g), foram subtraídas as massas dos biscoitos antes e após o forneamento. O fator de expansão foi calculado pela razão entre o diâmetro e a espessura dos biscoitos assados. Todas as medições foram realizadas em quatro biscoitos de cada repetição das formulações.

Para medição da coloração dos biscoitos foi utilizado um Colorímetro Konica Minolta portátil com sistema CIELAB definido pelas coordenadas L* (luminosidade), a* (coordenada +a* vermelho/-a* verde) e b* (coordenada +b* amarelo/-b* azul), calibrado em superfície de porcelana branca, efetuando-se leituras em doze biscoitos diferentes (seis de cada repetição das formulações). Os dados foram utilizados para calcular o ângulo Hue, (ângulo da cor; 0° - vermelho; 90° amarelo; 180° verde; 270° azul e 360° negro), onde $\text{ângulo Hue} = [\arctan(b^*/a^*)]$. Para o cálculo do Chroma (Saturação ou intensidade da cor; 0 – cor insaturada/impura e 60 – cor saturada/pura), através da equação: $\text{Chroma} = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ e diferença de cor antes e após o forneamento pela equação: $\text{Diferença de cor} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$, sendo ΔL^* , Δa^* e Δb^* a diferença das coordenadas L*, a* e b*, antes e o assamento, respectivamente. O L* indicou a luminosidade (brilho, claridade ou reflectância; 0: escuro/opaco e 100: branco).

Os dados foram avaliados estatisticamente através do software R, utilizando delineamento inteiramente casualizado (DIC) pela Análise de Variância (ANOVA) e os resultados para os quais foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,05$), foram analisados pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5 %.

Resultados e discussão

A FB apresentou $11,90 \pm 0,90$ % de umidade, $14,08 \pm 0,32$ % de proteínas, $1,70 \pm 0,03$ % de lipídeos, $6,97 \pm 0,16$ % de cinzas e 65,35 % de carboidratos. O valor energético foi de 333,02 kcal/g.

Observa-se na tabela 1, a composição centesimal dos biscoitos. O teores de umidade foram bastante baixos, fazendo com que sejam considerados produtos com alta vida de prateleira, sendo portanto, um aspecto positivo.

Tabela 1 – Resultados médios da composição centesimal e do valor energético de amostras de biscoitos elaborados com farinha de trigo (0%BFB) e acréscimo de farinha de beterraba em 15 % (15%BFB) e 30 % (30%BFB)

	0%BFB ¹	15%BFB ²	30%BFB ³
Umidade (%)	$1,10 \pm 0,06$ b	$1,78 \pm 0,16$ a	$1,29 \pm 0,11$ b
Proteínas (%) ⁴	$7,83 \pm 0,13$ c	$8,27 \pm 0,14$ b	$8,87 \pm 0,14$ a
Lipídeos (%) ⁴	$13,62 \pm 0,14$ c	$14,78 \pm 0,41$ b	$18,38 \pm 1,56$ a
Cinzas (%) ⁴	$2,09 \pm 0,07$ c	$2,53 \pm 0,05$ b	$2,86 \pm 0,02$ a
Carboidratos (%) ⁵	73,36	72,64	68,60
Valor energético (kcal/g) ⁶	455,34	456,66	475,30

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ Formulação padrão utilizando apenas farinha de trigo; ² Formulação com acréscimo de 15 % de FB em relação a quantidade total de farinha de trigo; ³ Formulação com acréscimo de 30 % de FB em relação a quantidade total de farinha de trigo; ⁴ Resultados em base úmida; ⁵ Calculados por diferença: $100 - \% \text{umidade} - \% \text{proteínas} - \% \text{lipídeos} - \% \text{cinzas}$; ⁶ Valor energético = $9 \times \text{lipídeos} (\%) + 4 \times \text{proteínas} (\%) + 4 \times \text{carboidratos} (\%)$.

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação ao teor de proteínas, lipídeos e cinzas houve um aumento com a adição da farinha de beterraba fazendo com que esses produtos sejam melhores nutricionalmente quando comparados ao uso apenas da farinha de trigo.

Embora os teores de lipídeos tenham sido altos, deve-se levar em consideração que este produto com farinha de beterraba fornece maiores teores de proteínas e minerais se apresentando como uma boa alternativa de consumo por crianças em idade escolar, em substituição a biscoitos doces, sobretudo os recheados. Aliado a isso, o biscoito com 30% de farinha de beterraba fornece maior valor energético, fator esse importante para o público infantil.

Na Tabela 2, estão os resultados para análise tecnológica dos biscoitos.

Tabela 2 – Resultados médios da análise tecnológica de amostras de biscoitos elaborados com farinha de trigo (0%BFB) e acréscimo de farinha de beterraba em 15 % (15%BFB) e 30 % (30%BFB)

	0%BFB ¹	15%BFB ²	30%BFB ³
VE (cm ³ /g) ⁴	2,43 ± 0,31 a	1,54 ± 0,21 b	1,34 ± 0,12 b
PM (g) ⁵	1,73 ± 0,05 a	1,82 ± 0,07 a	1,79 ± 0,10 a
FE ⁶	8,72 ± 0,05 a	7,62 ± 0,45 b	7,83 ± 0,45 b
L* ⁷	67,66 ± 1,54 a	44,10 ± 0,44 b	37,24 ± 0,82 c
Chroma antes de assar ⁸	29,64 ± 0,69 a	12,69 ± 0,96 b	9,46 ± 0,54 c
Chroma depois de assar ⁸	36,54 ± 0,63 a	31,90 ± 1,57 b	24,04 ± 0,54 c
Diferença de cor ⁹	10,18 ± 0,80 c	23,22 ± 1,24 a	18,96 ± 0,92 b
° Hue ¹⁰	76,81 ± 0,62 a	46,44 ± 2,12 b	45,66 ± 1,15 b

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ Formulação padrão utilizando apenas farinha de trigo; ² Formulação com acréscimo de 15 % de FB em relação a quantidade total de farinha de trigo; ³ Formulação com acréscimo de 30 % de FB em relação a quantidade total de farinha de trigo; ⁴ VE: volume específico; ⁵ PM: perda de massa; ⁶ FE: fator de expansão; ⁷ Luminosidade (brilho ou claridade; 0: preto e 100: branco); ⁸

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

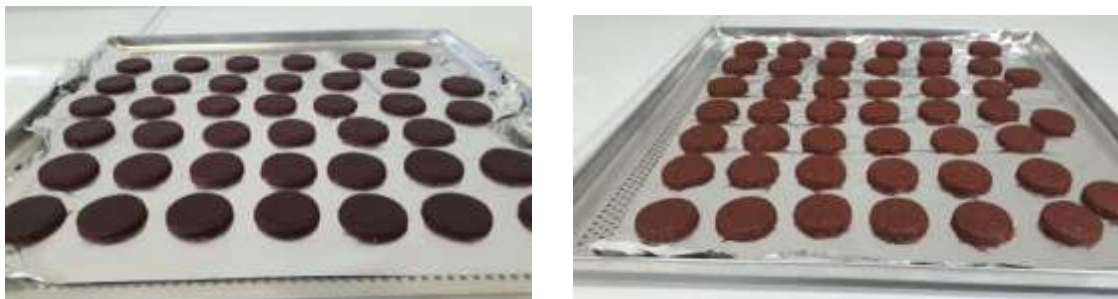
O volume específico dos biscoitos diminuiu com a adição da farinha de beterraba. Entretanto, todos foram superiores ao relatados por Clerici, Oliveira e Nabeshima (2013) que ao elaborar cookies substituindo parcialmente a farinha de trigo pela farinha desengordurada de gergelim, encontraram valor de 1,13 cm³/g.

Não houve variação em relação a perda de massa, demonstrando que a adição de farinha de beterraba não interferiu nesse parâmetro. Entretanto, o fator de expansão reduziu estatisticamente com a adição de farinha de beterraba. O fator de expansão é uma característica de qualidade importante na produção de biscoitos, pois representa lucro na sua produção. Em contrapartida, biscoitos elaborados com farinha de quinoa em substituição parcial à farinha de trigo, apresentam valores para o fator de expansão que variaram de 4,18 a 4,82 que são inferiores aos do presente estudo (BICK; FOGAÇA; STORCK, 2014).

Na Figura 1, pode ser observado os biscoitos preparados com 30 % de FB. Nota-se a diferença de cor entre as amostras antes e após o forneamento. Pela análise colorimétrica, observa-se que a diferença de cor antes e após o forneamento ocorreu para todas as amostras de forma significativa, sendo que nos biscoitos com farinha de beterraba foi maior. Isso se deve devido a presença de pigmentos (betalaínas) termoestáveis presentes na beterraba, que se perdem durante o forneamento.

Os parâmetros L, Croma e ° Hue foram reduzindo conforme houve a adição da farinha de beterraba, produzindo biscoitos mais escuros e de cor menos pura.

Figura 1 – Imagens ilustrativas de amostras de biscoitos elaborados com 30% de acréscimo de farinha de beterraba à farinha de trigo antes e após o forneamento.



Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: À esquerda estão apresentados os biscoitos antes do forneamento e à direita, após assados.

Conclusão

Pode-se concluir que o uso da farinha de beterraba é uma excelente alternativa para a elaboração de biscoitos, pois fornecem maiores teores de proteínas, lipídeos, minerais e valor energético, sendo, a princípio, boa alternativa de consumo por crianças em idade escolar, fazendo-se necessária a realização de testes de aceitação sensorial, intenção de compra e consumo, em trabalhos futuros, para comprovar seu potencial de comercialização.

Referências

- AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of American Association of Cereal Chemists**, 9. ed., v. 1 e 2 St. Paul: Approved Methods Committee, 1995.
- ALVES, U.A. *et al.* Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 292-295, 2008.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed. 4 rev. Gaithersburg: AOAC, 2011. 1505p.
- BICK, M. A.; FOGAÇA, A. O.; STORCK, C. R. Biscoitos com diferentes concentrações de farinha de quinoa em substituição parcial à farinha de trigo. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 121-129, 2014.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911 – 917, 1959.
- BRASIL. RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 dez. 2003. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0360_23_12_2003.html. Acesso em: 08 mar. 2019.

- CLERICI, M. T. P. S.; OLIVEIRA, M. E.; NABESHIMA, E. H. Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 16, n. 2, p. 139 – 146, 2013.
- GIUNTINI, E. B; LAJOLO, F. M; DE MENEZES, E. W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.53, n.1, p.14-20, 2003.
- KANNER, J; HAREL, S; GRANIT, R. Betalains a new class of dietary cationized antioxidants. **Journal of Agricultural and Food chemistry**, v. 49, n. 11, p. 5178-5185, 2001.
- LAROSA, G. *et al.* Aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos de biscoito doce contendo farinha de'okara'. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 2, p. 151-157, 2009.

Capítulo 69

Caracterização físico-química de méis de *Melipona mondury* (Uruçu amarela)

Thiago Rodrigues Nascimento Rocha¹, Luiz Eloi da Silva²; Generosa Sousa Ribeiro³, Elizama Aguiar-Oliveira⁴, Cassiara Camelo Eloi de Souza^{*5}, Marcia Elena Zanuto⁵

Resumo

O mel de abelhas sem ferrão consiste em um alimento com características físico-químicas peculiares, cuja composição pode variar em função de diferentes fatores climáticos ou tecnológicos. Neste estudo, buscou-se caracterizar físico-quimicamente o mel de *Melipona mondury* comparando-os com os padrões estabelecido pela Portaria 207/2014 da Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia. Foram analisadas três amostras de mel coletadas em períodos diferentes do ano de 2015: Fevereiro (A), Abril (B) e Maio (C), obtidas de meliponicultores do Baixo Sul do Estado da Bahia. As análises de umidade, açúcares redutores, sacarose aparente, cinzas, sólidos insolúveis, acidez e hidroximetilfurfural foram realizadas conforme preconizado pela referida legislação. Os resultados dos teores de umidade, acidez e cinzas nas amostras avaliadas mostraram-se de acordo com a Portaria 207/2014. Já as concentrações de hidroximetilfurfural (A), sacarose aparente (A), açúcares redutores (A, B) e sólidos insolúveis (A, B, C) não atenderam aos valores estabelecidos pela referida Portaria. Vale destacar que diversos fatores podem alterar a composição do mel de *Melipona mondury*, como condições climáticas e meteorológicas, tipo de flora, condições de coleta, processamento e armazenamento. Portanto, recomenda-se mais estudos para avaliar o perfil e os parâmetros de identidade e qualidade de méis de meliponíneos.

Palavras-chave: Abelhas sem ferrão. Diversidade. Padrões de qualidade.

¹Egresso, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia *campus* Vitória da Conquista - BA

²Docente, Instituto Federal da Bahia, *campus* Vitória da Conquista - BA

³Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* Vitória da Conquista - BA

⁴Docente, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus - BA

⁵Docente, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia, *campus* Vitória da Conquista - BA

*Autor para correspondência: Cassiara Camelo Eloi de Souza. email: cassiara@ufba.br

Introdução

O Brasil possui a maior diversidade de abelhas sociais sem ferrão do mundo, sendo estas responsáveis por polinizar de 40 a 90 % das espécies de plantas nativas (NOGUEIRA-NETO, 1997). Estas abelhas têm, ao longo dos anos, despertado interesse devido às propriedades funcionais do seu mel e pólen, utilizados pela medicina tradicional para tratamento de várias doenças, aliado a crescente valorização dos produtos naturais no mercado alimentício, farmacêutico e cosmético (SOUZA *et al.*, 2013). O mel produzido por abelhas sem ferrão, como a *Melipona mondury*, é considerado mais ácido e menos doce e apresenta maior teor de umidade quando comparado ao mel de abelhas com ferrão, como a *Apis mellifera*, em função dos hábitos diferenciados dessa espécie (CARVALHO *et al.*, 2005). Desta forma, padrões de qualidade estipulados para mel de *A. mellifera* (BRASIL, 2000) não se aplicam para o mel de abelhas sem ferrão. É comum que cada estado do Brasil defina uma legislação para padrões de qualidade de alimentos e afins, e na Bahia, a legislação que fornece subsídios para a caracterização físico-química do mel de abelhas é a Portaria da Agência de Defesa Agropecuária da Bahia nº 207 de 21/11/2014 (ADAB, 2014).

Na região Nordeste do Brasil, a espécie *Melipona mondury*, uma abelha social brasileira pertencente ao gênero dos meliponíneos, conhecida popularmente como uruçú amarela, tujuba, tujuva, tiúba, tiúva e teúba, é uma das mais empregadas na produção de mel em quantidades relativamente altas, se comparadas a outras espécies de abelhas sem ferrão (NOGUEIRA-NETO, 1997; SOUZA *et al.*, 2013). Apesar da importância dessas abelhas, ainda são poucas as informações referentes à caracterização do mel produzidos por essa espécie de abelha, inclusive a *M. mondury*. Considerando os benefícios atribuídos a seu mel e o reduzido número de pesquisas voltadas à sua caracterização, mais estudos devem ser realizados visando informações que venham a caracterizar ainda mais esse produto (NASCIMENTO, 2014).

Desta forma, o presente estudo buscou contribuir com a caracterização físico-química do mel produzido por *Melipona mondury* (uruçú amarela), fornecendo subsídios para o estudo da atividade meliponícola no Estado da Bahia.

Material e métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Bromatologia do Instituto Multidisciplinar em Saúde, *campus* Anísio Teixeira da Universidade Federal da Bahia (IMS-CAT-UFBA) e no Laboratório de Apicultura e Meliponicultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), ambas localizadas em Vitória da Conquista – BA.

Foram doadas três amostras de mel de abelha *Melipona mondury* (Uruçu amarela) por meliponicultores do Baixo Sul do Estado da Bahia, tendo sido coletadas em diferentes períodos, as quais foram submetidas apenas ao processo de filtração. Ao chegar ao laboratório, estas amostras foram identificadas com base no período de coleta como: amostra A (coletada em Fevereiro de 2015); amostra B (coletada Abril de 2015) e amostra C (coletada em Maio de 2015). Foram armazenadas em frascos plásticos e acondicionadas em geladeira (4 - 6 °C). Cada amostra foi analisada em quintuplicata entre os meses de Junho a Dezembro de 2015. As análises físico-químicas descritas a seguir foram realizadas conforme indicado pela Portaria nº 207 (ADAB, 2014).

Análises físico-químicas

A umidade foi determinada por refratometria a 20 °C com refratômetro de bancada (Digit[®]); o valor obtido na leitura foi convertido para umidade utilizando a tabela de referência (Tabela *Chataway*), a qual fornece a concentração como uma função do índice de refração (AOAC, 2000). O teor de cinzas foi determinado por incineração a 550 °C em mufla (GP Científica[®]) (CAC, 1990). Os sólidos insolúveis foram determinados por método gravimétrico, onde o mel é diluído em água destilada a 80 °C e filtrado em cadinhos porosos (CAC, 1990). O índice de refração e o teor de sólidos solúveis totais foram determinados por leitura direta das amostras em refratômetro de bancada. O pH foi obtido por medida direta utilizando um potenciômetro (Hanna[®]) (AOAC, 2000). A acidez livre foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio 0,05 M previamente fatorada até pH 8,5 (KOMATSU, 1996).

Os açúcares redutores foram determinados por titulometria com reagente de *Fehling* (CAC, 1990). Este método baseia-se na capacidade dos açúcares redutores, como glicose e frutose, reduzirem o cobre presente na solução cuproalcalina (solução *Fehling*), sob ebulição. Em meio alcalino, os íons cúpricos Cu²⁺ (coloração azulada) são reduzidos a cuprosos Cu⁺ (coloração avermelhada), e os açúcares são oxidados a ácidos orgânicos. A sacarose aparente também foi mensurada de acordo com método do CAC (1990) por meio de quantificação indireta após análise dos açúcares redutores formados. Considerando que a sacarose é um dissacarídeo não-redutor, após a hidrólise, é possível quantificar indiretamente a sacarose na solução analisada por meio da análise dos açúcares redutores. Assim, a porcentagem de sacarose de cada amostra foi calculada pela seguinte equação: % sacarose = (% Açúcares totais - % Açúcares redutores) x 0,95.

O teor de hidroximetilfurfural (HMF) foi determinado pelo método espectrofotométrico AOAC (2000), baseado na leitura em absorvância a 284 e 336 nm da solução obtida após adição dos reagentes de *Carrez* e filtração. O cálculo do conteúdo de hidroximetilfurfural foi realizado de acordo

com a equação: $\text{mg HMF}/100 \text{ g mel} = (\text{Abs}_{284} - \text{Abs}_{336}) \times 14,97 \times 5 / P$ amostra. Onde A_{284} é a leitura da absorbância a 284nm, A_{336} é a leitura da absorbância a 336 nm e P é a massa da amostra em gramas.

Análise estatística

Os dados obtidos das análises físico-químicas das amostras de mel foram submetidos à análise estatística descritiva (média e desvio-padrão) com auxílio do programa *GraphPad Insta 3.0*.

Resultados e discussões

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos das análises físico-químicas das amostras de mel de *Melipona mondury* para as três amostras: A, B e C assim como são apresentados os parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 207 da ADAB.

De acordo com os resultados obtidos, o índice de refração das amostras de mel foi semelhante, refletindo no valor de umidade. O teor de umidade das três amostras de mel analisadas mostrou-se concordante com o preconizado pela normativa da ADAB, assim como, encontraram-se dentro do limite máximo (35%) sugerido na literatura para os méis de meliponíneos do Brasil (VILLAS-BOAS; MALASPINA, 2005).

O teor de açúcares redutores da amostra C também estava concordante com o estabelecido pela normativa da ADAB, no entanto, para as amostras A e B os valores médios apresentaram-se abaixo do valor mínimo exigido pela normativa. Villas-Boas e Malaspina (2005) no entanto, sugeriram um valor para o teor de açúcares redutores de 50%, menor que o mínimo definido pela ADAB (60%). Já Souza *et al.* (2009) observaram uma ampla variação em méis de abelhas do gênero *Melipona* com teores entre 50,60 a 93,10%. Assim, as concentrações de açúcares redutores encontradas no presente trabalho são consideradas satisfatórias, por estarem próximas ao valor determinado pela referida Portaria e em concordância com relatos da literatura. Quando se observa os dados referentes aos sólidos solúveis totais, cuja legislação não exige como parâmetro de qualidade, verificou-se que as amostras apresentaram perfil semelhante.

Em relação ao resultado encontrado para sacarose aparente, as amostras B e C apresentaram valores concordantes com a Portaria pertinente, porém, a amostra A apresentou valor médio superior ao máximo definido pela legislação (6%). Entretanto, alguns estudos relatam valores acima de 6 % para a sacarose aparente, como citado por Souza *et al.* (2009) que observaram variações no teor de sacarose de 0,2 a 9,0% em méis de meliponíneos da Bahia.

Tabela 1 - Resultados das análises físico-químicas das amostras de mel de *Melipona mondury* e parâmetros físico-químicos estabelecidos pela Portaria 207/2014 ADAB.

Análises	Amostras			Parâmetros (Portaria 207/2014 ADAB)
	A	B	C	
Umidade (%)	> 25,00 ± 0,00	> 25,00 ± 0,00	> 25,00 ± 0,00	20 a 35 % (mel refrigerado)
Açúcares redutores (%)	59,54 ±7,58	57,22 ± 5,32	61,51 ± 6,54	Mínimo 60 %
Sacarose aparente (%)	6,72 ± 0,44	4,31 ± 1,34	5,28 ±1,70	Máximo 6,0 %
Sólidos solúveis totais (%)	69,90 ± 0,14	71,80 ± 0,11	69,60 ± 0,14	-----
Índice de refração	1,4648 ± 0,00	1,4700 ± 0,00	1,4642 ±0,00	-----
Cinzas (%)	0,41 ± 0,15	0,34 ± 0,14	0,43 ± 0,11	Máximo 0,6 %
Sólidos insolúveis (%)	3,13 ± 1,55	1,79 ± 1,74	2,75 ± 1,79	Máximo 0,1 %
Acidez (meq/kg)	36,90 ± 2,01	30,80 ± 1,82	42,70 ± 3,98	Máximo 50 (meq/kg)
pH	3,07 ± 0,21	3,36 ± 0,28	3,25 ±0,16	-----
Hidroximetilfurfural (mg/Kg)	11,38 ± 0,19	2,95 ± 0,06	4,11 ± 0,06	Máximo de 10 mg/Kg

Fonte: Autores (2019).

---- Não preconizado pela Portaria

Os teores de cinzas obtidos no presente estudo estão em conformidade com o valor estabelecido pela Portaria nº 207/2014 e sugerido por Villas-Boas e Malaspina (2005) visto que não ultrapassaram o limite máximo de 0,6%. Geralmente, os méis de meliponíneos apresentam uma coloração mais clara, o que pode sugerir um teor reduzido de cinzas, conseqüentemente, isso permite ao produto atingir cotações elevadas no mercado, pois geralmente o consumidor opta pelo aspecto visual mais translúcido do produto (SOUZA *et al.*, 2009).

Quanto à presença de sólidos insolúveis nas amostras de mel estudadas, os resultados mostraram-se elevados em relação ao estabelecido pela legislação, entretanto, Oliveira *et al.* (2013) também detectaram valores elevados de sólidos insolúveis na ordem de 1,72 a 2,86% para méis de meliponíneos. Os sólidos insolúveis indicam, de forma geral, a presença de impurezas e estão diretamente relacionados às condições de coleta e de processamento, mas também podem ser explicados por fatores intrínsecos das abelhas durante a elaboração do mel (VILLAS-BÔAS; MALASPINA, 2005).

O parâmetro acidez das amostras de méis analisadas mostrou-se dentro do limite estabelecido pela Portaria nº 207/2014. O mel de meliponíneos geralmente apresenta acidez elevada em analogia ao da espécie *A. mellifera*, o que é facilmente perceptível na degustação/consumo, o que torna este tipo de mel interessante a uma grande variedade de consumidores. Por outro lado, com o tempo de armazenamento, a acidez elevada em méis de meliponíneos pode ser um indicativo de uma fermentação indesejada resultante da sua elevada umidade e conteúdo de açúcares (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Em relação ao pH, ele não é preconizado pela legislação nacional nem internacional, mas é complementar na avaliação da qualidade do mel. Os valores obtidos no presente trabalho podem dificultar a proliferação de microrganismos deteriorantes (SOUZA *et al.*, 2009).

A concentração de hidroximetilfurfural (HMF) no presente estudo para as amostras B e C mostrou-se em conformidade com a legislação, porém, a amostra A apresentou um valor 13,80 % acima do máximo estipulado (10 mg/Kg). Villas-Bôas e Malaspina (2005) por sua vez, sugerem que o limite máximo de HMF para méis de meliponíneos seja quatro vezes maior que o valor da Portaria, 40 mg/kg e o Ministério da Agricultura permite um máximo de 60 mg/kg para méis de abelhas em geral (BRASIL, 2000). Desta forma, apesar de o teor de HMF da amostra A não estar condizente com valor estabelecido pela Portaria nº 207/2014 (ADAB, 2014), sua concentração permanece dentro do esperado quando comparado a outras fontes na literatura. Nascimento (2014) encontrou em méis de *M. mondury*, 51,38 mg/kg de HMF, que chega a ser mais de 4 vezes maior que o valor apresentado pela amostra A. Alterações nas concentrações de HMF podem ser explicadas por diversos fatores, tais como pH, acidez, minerais, temperatura, dentre outros. Concentrações elevadas deste composto pode ser indicativo de processo de deterioração do mel, devido a condições inadequadas de armazenamento e um eventual tratamento térmico excessivo, geralmente superior a 37 °C (SOUZA *et al.*, 2009).

Conclusão

A maioria das amostras de mel de *Melipona mondury*, oriundas do Baixo Sul do Estado da Bahia, atenderam às normas estabelecidas pela Portaria 207/2014 da ADAB, com exceção dos parâmetros hidroximetilfurfural, açúcares redutores, sacarose aparente e sólidos insolúveis, porém, os valores encontraram-se muito próximos aos referidos pela normativa e, adicionalmente, são condizentes com literatura específica. Muitos fatores podem influenciar na composição química do mel, tais como aspectos ambientais e/ou de processamento. Estes fatores devem ser controlados, quando possível, de forma a preservar a qualidade e as propriedades do mel. Além disso, são

necessários mais estudos para avaliar o perfil e os parâmetros de identidade e qualidade de méis de meliponíneos.

Referências

- AGÊNCIA ESTADUAL DE DEFESA AGROPECUÁRIA DA BAHIA – ADAB. Portaria nº 207 de 21 de novembro de 2014. **Diário Oficial [do] Estado da Bahia**: parte 1: Poder Executivo, Salvador, ano 99, n. 21581, p. 5-6, 26 nov. 2014.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 17. ed. Gaithersburg, Md.: AOAC International, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA. **Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000**. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Brasília-DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000.
- CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; ALVES, R. M. O. **Mel de abelhas sem ferrão**: contribuição para a caracterização físico-química. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA, 2005. 32p. (Série Meliponicultura, 4).
- COMISSÃO DO CODEX ALIMENTARIUS - CAC. Norma Mundial do Codex para o Mel. **Codex Stan. 12-1981**. Rev. 1987. Roma: FAO/OMS, 1990.
- KOMATSU, S. S. **Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. 1758 (*Hymenoptera: Apidae*) de diferentes municípios do Estado de São Paulo**. 1996. 90 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.
- NASCIMENTO, A. S. **Parâmetros físico-químicos, polínicos e determinação de elementos-traços do mel de Meliponinae (*Hymenoptera: Apidae*)**. 2014. 113 f. Tese (Doutorado em Entomologia) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e Criação de Abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997. 445 p.
- OLIVEIRA, F. P. M.; ABSY, M. L.; MIRANDA, I. S. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (*Apidae*, *Meliponinae*) em um fragmento de floresta na região de Manaus - Amazonas. **Acta Amazonica**. v. 39, n. 3, p. 505-518, set. 2009.
- SOUZA, B. A.; MARCHINI, L. C.; ODA-SOUZA, M.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O. A. Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona* Illiger, 1806 (*apidae: meliponini*) da região nordeste do Brasil: 1. Características físico-químicas. **Química nova**, v. 32, n. 2, p. 303-308, 2009.
- SOUZA, J. M. B.; AQUINO, I. S.; MAGNANI, M.; ALBUQUERQUE, J. R.; SANTOS, G. G.; SOUZA, E. L. Aspectos físico-químicos e perfil sensorial de méis de abelhas sem ferrão da região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1765-774, 2013.
- VILLAS-BOAS, J. K.; MALASPINA, O. Parâmetros físico-químicos propostos para o controle de qualidade do mel de abelhas indígenas sem ferrão no Brasil. **Mensagem Doce**, n. 82. p. 6-16, 2005.

PARTE 3

Engenharia:

Desenvolvimento,
modelagem, simulação,
controle e automação de
processos e operações

Capítulo 1

Impacto do sistema matricial nas propriedades físicas da emulsão do óleo de pequi na produção de micropartículas por *spray drying*

Cássia Duarte Oliveira ^{*1}; Kele Aparecida Costa Vespermann¹; Ludmilla Batista Louzada¹; Keyla Carvalho Pereira¹; Joyce Maria Gomes Da Costa ²

Resumo

As frutas do pequi (*Caryocar brasiliense*) têm um teor de óleo superior a 33,4%. Este óleo é suscetível à oxidação em sua forma natural e isso pode ser minimizado pela microencapsulação por *spray drying*. De modo a se conseguir um bom resultado neste processo é necessário preparar emulsões estáveis e avaliar a biocompatibilidade do composto ativo com o agente encapsulante. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da matriz encapsulante nas propriedades físicas da emulsão na produção de micropartículas de óleo de pequi para futuras aplicações na produção de micropartículas via *spray drying*. Na análise de cor, a emulsão contendo 75% de maltodextrina (MD) e 25% de goma arábica (GA) apresentou maiores valores de L*. A análise do potencial zeta não apresentou diferença significativa entre as emulsões. A emulsão 100% GA apresentou os maiores valores para os parâmetros a* e b* de cor, viscosidade, tamanho de partícula e PDI, indicado para uso como agente encapsulante do óleo de pequi por secagem por atomização.

Palavras-chave: *Caryocar brasiliense*. Microencapsulação. Emulsificação.

Introdução

O pequi (*Caryocar brasiliense*) é uma árvore típica do Cerrado brasileiro, cujos frutos são ricos em ácidos graxos insaturados (principalmente ácidos oleico e palmítico) e carotenoides. Os frutos do pequi possuem alto teor de óleo (acima de 33,4% do peso seco), com sabor e valor nutricional únicos, sendo geralmente produzidos artesanalmente, podendo ser aplicados tanto na culinária local como em cosméticos, produção de sopas e cremes (SANTANA *et al.*, 2014).

¹Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

² Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

* Autor para correspondência: cassiaduartemg2@hotmail.com

Devido à presença de carotenoides, o óleo de pequi pode desempenhar um papel na prevenção de algumas doenças, tais como câncer, reduzindo a fotossensibilidade em algumas doenças de pele e aumentando a resposta imunológica, por exemplo (SANTANA *et al.*, 2014).

Em termos gerais, os óleos em sua forma in natura podem sofrer reações de oxidação pelo calor, luz, oxigênio e umidade durante o processamento, armazenamento e manuseio devido ao seu alto teor de ácidos graxos (MOHAMMED *et al.*, 2017).

Devido às limitações do uso do óleo de pequi in natura, é necessário utilizar mecanismos de proteção para preservar suas propriedades, dentre as quais podemos destacar a microencapsulação. Este processo é comumente usado para converter óleo em pó, proporcionando um aumento em sua vida comercial e reduzindo as taxas de oxidação lipídica (MOHAMMED *et al.*, 2017).

A técnica de *spray drying* é uma das mais utilizadas na microencapsulação de emulsões contendo óleos, produzindo pós de alta qualidade, baixa atividade de água e boa capacidade de armazenamento (SHAMAEI *et al.*, 2017), além de ser rentável e eficiente em termos industriais (MOHAMMED *et al.*, 2017). De modo a conseguir um bom resultado no processo de microencapsulação é necessário preparar emulsões estáveis e com uma boa distribuição granulométrica, fazendo-se necessário avaliar a biocompatibilidade do composto ativo com o agente encapsulante.

Com base nesses fatores, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da matriz encapsulante (goma arábica e maltodextrina - escolhidas devido à baixa viscosidade e alta solubilidade e não tóxicos), nas propriedades físicas da emulsão de óleo de pequi para futuras aplicações na produção de micropartículas via *spray drying*,

Material e métodos

Materiais

O óleo de pequi utilizado foi comprado no Mercado Central, em Belo Horizonte, Minas Gerais. A goma arábica (Metachem Industrial e Comercial LTDA, São Paulo, Brasil) foi adquirida da empresa Matrix (Belo Horizonte, Minas Gerais), e da Maltodextrin Globe 1905 com 05 equivalente de dextrose, da empresa Ingredion (Mogi Guaçu, São Paulo).

Preparação de emulsões de material de parede

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), totalizando 3 ensaios, com diferentes concentrações de materiais de parede (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição dos materiais de parede para cada tratamento utilizado como emulsão de alimentação para o processo de secagem por pulverização.

Ensaio	Material de parede (g ¹⁰⁰ g ⁻¹)		Agente ativo (g ¹⁰⁰ g ⁻¹)
	GA	MD	Óleo de Pequi
GA 100%	100	0	5
GA/MD (1:3)	25	75	5
MD 100%	0	100	5

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: GA: Goma Arábica; MD: Maltodextrina.

Inicialmente as formulações correspondentes aos três diferentes testes foram hidratadas sob refrigeração (10 a 12°C) em água deionizada por aproximadamente 12 horas. Para a primeira e a terceira formulações foram adicionados 450 mL de água deionizada a 45 gramas de goma arábica e maltodextrina, respectivamente. No segundo ensaio, com a mistura dos dois materiais de parede diferentes, adicionou-se uma quantidade de 22,5 g de goma arábica e 45 g de maltodextrina a 450 ml de água deionizada.

Os materiais foram então dissolvidos em 900 mL de água deionizada a 60-70 °C usando o homogeneizador Turrtec (Tecnal, TE 102, Brasil) a uma velocidade de 20.000 rpm por 30 minutos até a completa dissolução.

Preparação de emulsão W/O

O óleo de pequi foi centrifugado a 3.000 rpm (Centrífuga Nova Técnica, modelo NT825) por 5 minutos para remoção de impurezas, e 10 ml foram adicionados em cada formulação a partir de então. As formulações foram homogeneizadas até que uma emulsão homogênea fosse obtida usando o homogeneizador Turrtec (Tecnal, TE 102, Brasil) a 20.000 rpm por 5 minutos para formar a emulsão de óleo de pequi (EOP).

Após o processamento, as emulsões obtidas foram armazenadas sob refrigeração (4 a 7 °C), em garrafas plásticas protegidas da passagem de luz, vapor de água e permeação de gás, para minimizar possíveis alterações no material.

Caracterização e estabilidade da emulsão de óleo de pequi

Cor

A cor da emulsão formada pelas micropartículas de óleo de pequi foi avaliada a partir dos parâmetros L* (parâmetro de luminosidade da cor), a* (parâmetro de cor a*) e b* (parâmetro de cor b*) usando o colorímetro CM-5 Minolta, trabalhando com D65 (luz natural), seguindo os padrões CIELab, onde: L* varia de 0 (preto) a 100 (branco), a* varia de verde (-) a vermelho (+) e b* varia de azul (-) para amarelo (+).

Viscosidade

A viscosidade da emulsão foi avaliada utilizando um reômetro rotacional (LamyRheology, modelo RM 200, França) utilizando o tubo concêntrico e o eixo 1:1 (Sistema DIN). As amostras foram analisadas a uma temperatura de ± 25 °C e submetidas a uma taxa de deformação de 531 s^{-1} , durante 60 segundos.

Tamanho da partícula

O tamanho médio das partículas das emulsões foi determinado por difração a laser utilizando Malvern Zetasizer Nano-ZS (Malvern Instruments Ltd., Malvern, UK). Uma pequena amostra de cada uma das emulsões foi colocada no aparelho e a medição da distribuição do tamanho das gotículas foi monitorada durante cada leitura sucessiva até se tornar constante (FRASCARELI *et al.*, 2012).

Índice de Polidispersão (PDI) e potencial Zeta

O Índice de Polidispersão (PDI) e o potencial Zeta das emulsões foram avaliados à temperatura ambiente com o auxílio do Malvern Zetasizer Nano ZS (Malvern Instruments Ltd.,

Malvern, Reino Unido), equipado com um laser de hélio-néon (He-Ne) (0,4 mW, 633 nm) (YE *et al.*, 2017).

Análise Estatística

As determinações foram realizadas em triplicata, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade, com auxílio do programa SISVAR (*Statistical Analysis System*) versão 5.6.

Resultados e discussão

Cor

Os diferentes tipos de materiais de parede usados nos experimentos mostraram uma diferença significativa na análise de cores, como mostrado na Tabela 2. O maior valor do parâmetro L* foi observado com 75% de maltodextrina, formando uma emulsão de coloração mais branca, e com o aumento da maltodextrina até 100%, a emulsão tendeu à uma coloração verde (a*). Valduga *et al.* (2008) também observaram esse resultado em relação ao material da parede, no qual um modelo codificado descreveu o comportamento dos parâmetros L* e a* para as diferentes formulações. Os modelos mostraram que quanto maior o percentual de maltodextrina utilizado, menores os valores do parâmetro a* e maiores os valores de luminosidade.

Tabela 2 - Cor de emulsões preparadas com diferentes concentrações de materiais de parede.

Parâmetro	100% GA	25% GA 75%MD	100% MD
L*	22,400 ± 0,122 ^c	63,530 ± 0,306 ^a	56,603 ± 0,315 ^b
a*	12,550 ± 0,017 ^a	3,093 ± 0,075 ^b	0,153 ± 0,156 ^c
b*	35,700 ± 0,173 ^a	24,073 ± 0,415 ^c	29,920 ± 1,633 ^b

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: GA: Goma Arábica; MD: Maltodextrina.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Já o parâmetro b* mostrou que a emulsão preparada com 100% de goma arábica apresentou valores que tenderam mais para a coloração amarela, que pode ser justificada devido à constituição

desse polissacarídeo complexo que gera emulações com colorações que variam do amarelo ao laranja-dourado. O menor valor observado para esse parâmetro em 25% GA e 75% MD, quando comparado com 100% GA, pode ser devido a interação entre GA e MD, provocando redução do valor de b^* .

Viscosidade

Observou-se aumento da viscosidade com o incremento de goma arábica (Tabela 3), tal qual observado por Fernandes *et al.* (2016). O maior valor de viscosidade observado neste tipo de emulsão pode estar vinculado ao fato da goma arábica ser rica em proteínas, o que está relacionado à maior capacidade de adesão e retenção de água, aumentando assim o valor desse parâmetro. Devido a essa propriedade, é muito usada como espessante em alimentos (FERNANDES *et al.*, 2016).

Por outro lado, a maltodextrina é classificada como um emulsificante pobre, obtendo emulsões finas estáveis. A presença deste composto nas emulsões resultou na redução dos valores de viscosidade, uma vez que é constituído por uma cadeia hidrolisada (SANTIAGO-ADAME *et al.*, 2015).

Tabela 3 - Influência de diferentes concentrações de materiais de parede nas propriedades físico-químicas das emulsões de petróleo de pequi

Parâmetros	Concentração de materiais de parede		
	100% GA	25% GA 75%MD	100% MD
Viscosidade (mPa.s)	15,600±0,000 ^a	10,833 ± 0,057 ^b	9,966 ± 0,057 ^c
Potencial Zeta (mV)	-9,920 ± 0,247 ^a	-3,050± 0,776 ^b	-1,970± 0,334 ^b
Tamanho da partícula (µm)	14,790 ± 0,690 ^a	3,886 ± 0,402 ^b	2,181 ± 0,363 ^c
PDI	0,467 ±0,296 ^a	0,344 ± 0,274 ^a	0,424 ± 0,076 ^a

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: GA: Goma Arábica; MD: Maltodextrina.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

De acordo com Di Battista *et al.* (2015), a viscosidade da emulsão que será utilizada como alimento no processo de secagem por pulverização deve ser inferior a 300 mPa.s, a fim de garantir uma boa atomização das partículas. Assim, as emulsões avaliadas apresentaram boas viscosidades tanto para uma melhora na retenção de óleo quanto para a otimização do processo de secagem.

Tamanho da partícula

O uso de diferentes concentrações de material de parede influenciou significativamente o tamanho das partículas, devido à diferença estrutural das moléculas e às propriedades físico-químicas dos materiais de parede, como atividade de superfície e peso molecular (SHAMAEI *et al.*, 2017).

A goma arábica tem alta solubilidade em água, baixa viscosidade da solução, boa atividade de superfície e capacidade de formar película protetora ao redor da gota de emulsão (NIU *et al.*, 2016). A cadeia polipeptídica é responsável pela adsorção das moléculas à superfície das gotículas, enquanto os grupos hidrofílicos se estendem para a solução, influenciando a estabilidade contra a agregação de gotículas através de esteróis e repulsão eletrostática (FERNANDES *et al.*, 2016). Este espessante é caracterizado por ser um polímero ramificado, além de apresentar em sua constituição uma pequena quantidade de proteínas ligadas por ligações covalentes à cadeia de carboidratos, o que o torna um excelente agente formador de filme, ou seja, possui uma excelente propriedade de aprisionar a molécula encapsulada (MAHDAVI *et al.*, 2016).

Entretanto, a molécula de maltodextrina apresenta baixa atividade superficial, ou seja, pouca capacidade de adsorção, reduzindo a tensão superficial e a energia do sistema, causando uma barreira física à coalescência das gotículas de emulsão, o que evita o aumento do seu tamanho, quando usado sozinho como material de parede nas emulsões, é menos eficiente na formação de filmes (MAHDAVI *et al.*, 2016). Assim, observa-se que, devido às características da goma arábica, o tamanho de partícula foi maior nas emulsões em que estava presente como material de parede.

Índice de Polidispersão (PDI) e potencial Zeta

O índice de Polidispersão (PDI) mede a amplitude da distribuição do tamanho de partícula, indica a heterogeneidade do tamanho de partícula presente em uma mistura, caracterizando-se por ser uma medida adimensional com valores variando de 0 a 1, indicando que quanto mais próximo de zero, mais uniforme a amostra (SHAMAEI *et al.*, 2017). Os valores obtidos neste trabalho não diferiram significativamente entre si, mostrando homogeneidade das gotas nas emulsões e uniformidade das amostras e uma distribuição homogênea. Shamaei *et al.* (2017) também não encontraram diferença entre os resultados do índice de polidispersão em emulsões de óleo de noz.

A análise do potencial Zeta (z) mede a interação eletrostática que ocorre entre as partículas e os valores encontrados fornecem informações sobre a carga elétrica presente na emulsão, estando relacionada à estabilidade da amostra, uma vez que, quanto maior a repulsão entre as partículas, maior

a estabilidade da amostra (MITRI *et al.*, 2011). Foi observado que a adição de maltodextrina contribuiu para o aumento deste parâmetro.

Conclusão

Foi possível realizar a caracterização de emulsões contendo como agentes encapsulantes a maltodextrina e a goma arábica e óleo de pequi como composto ativo. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que a emulsão contendo 100% de goma arábica é a mais indicada para ser utilizada como agente encapsulante do óleo de pequi. Isso se deve às características estruturais e físico-químicas deste material, que influenciaram diretamente na formação de micropartículas mais estáveis e mais uniformes após o processo de microencapsulação com características de menor tamanho de partícula e maior potencial Zeta.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à UFVJM e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Referências

- DI BATTISTA, C. A. *et al.* The use of arabic gum , maltodextrin and surfactants in the microencapsulation of phytosterols by spray drying. **Powder Technology**, v.286, p.193–201, 2015.
- FERNANDES, R. V. *et al.* Study of ultrasound-assisted emulsions on microencapsulation of ginger essential oil by spray drying. *Industrial Crops and Products*, v.94, p.413–423, 2016.
- FRASCARELI, E. C.; SILVA, V. M.; TONON, R. V.; HUBINGER, M. D. Effect of process conditions on the microencapsulation of coffee oil by spray drying. **Food and Bioprocess Processing**, v.90, n.3, p.413–424, 2012.
- MAHDAVI, S. A. *et al.* Microencapsulation optimization of natural anthocyanins with maltodextrin , gum Arabic and gelatin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.85, p.379–385, 2016.
- MITRI, K. *et al.* Lipid nanocarriers for dermal delivery of lutein: Preparation, characterization, stability and performance. *International Journal of Pharmaceutics*, v.414, p.267–275, 2011.
- MOHAMMED, N. K.; TAN, C. P.; MANAP, Y. A.; ALHELLI, A. M.; HUSSIN, A. S. M. Process conditions of spray drying microencapsulation of Nigella sativa oil. **Powder Technology**, v.315, p.1–14, 2017.
- NIU, F. *et al.* Ovalbumin/gum arabic-stabilized emulsion : Rheology , emulsion characteristics, and Raman spectroscopic study. **Food Hydrocolloids**,v. 52, p.607–614, 2016.
- SANTANA, A. A. *et al.* Microencapsulation of pequi pulp by spray drying: use of modified starches as encapsulating agent. **Engenharia Agrícola**, v.34, n.5, p.980–991, 2014.

SANTIAGO-ADAME, R. *et al.* Spray drying-microencapsulation of cinnamon infusions (*Cinnamomum zeylanicum*) with maltodextrin. **LWT - Food Science and Technology**, v.64, p.571–577, 2015.

SHAMAEI, S. *et al.* Microencapsulation of walnut oil by spray drying: Effects of wall material and drying conditions on physicochemical properties of microcapsules. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.39, p.101–112, 2017.

VALDUGA, E. *et al.* Extraction, spray drying and microencapsulating of Isabel grape (*Vitis labrusca*) bagasse anthocyanin. *Ciência E Agrotecnologia*, v.32, n.5, p.1568–1574, 2008.

YE, F. *et al.* Characterizations of oil-in-water emulsion stabilized by different hydrophobic maize starches. **Carbohydrate Polymers**, v.166, p.195–201, 2017.

Capítulo 2

Captura de peroxidase da água de coco por troca iônica em adsorvente polimérico macroporoso

Pietro Carlos Gonçalves Conceição*¹; Malu de Andrade Marques¹; Zenilda de Jesus Mota¹; Alana Santos Guimarães¹; Rafael da Costa Ilhéu Fontan²

Resumo

As indústrias de alimentos têm requisitado um maior grau de pureza na utilização de enzimas em diversos processos e com isso surge a demanda por novos métodos e materiais para a purificação de biocompostos. O objetivo desse trabalho foi avaliar a captura da enzima peroxidase (POD) presente em água de coco utilizando adsorventes poliméricos macroporosos produzidos por criogeleificação e enxertados com ácido acrílico como radical aniônico. Os resultados demonstraram que foi possível capturar proteínas por troca iônica com o adsorvente produzido, havendo maior seletividade pela peroxidase. Tal fato foi verificado pela redução da atividade específica da POD proporcionalmente maior à redução da concentração de proteínas totais. Isso indica que os adsorventes produzidos apresentam potencial para aplicação na purificação dessa enzima.

Palavras-chave: Adsorção. Criogel. Atividade enzimática.

Introdução

A expansão das técnicas cromatográficas na purificação de compostos tem impulsionado várias pesquisas no desenvolvimento de novos adsorventes para serem usados na separação de biomoléculas. Destacam-se assim os criogéis poliméricos, sintetizados a baixas temperaturas e que possuem aplicações em vários campos da pesquisa, com ênfase na adsorção de biocompostos (ARVIDSSON et al 2002).

Os criogéis possuem macroporos interconectados, os quais permitem a difusão de vários solutos, bem como o transporte de massa que consegue adsorver de macro a micromoléculas (GONÇALVES *et al.*, 2017). É possível ativar um criogel por um processo de enxertia no qual se incorpora um radical ligante dentro da sua matriz monolítica tornando-os possíveis de interagir com

¹Graduandos em Engenharia de alimentos, DTRA/UESB

²Professor Adjunto, Lab. de Engenharia de Processos/UESB

*Autor para correspondência: pietrogonc@gmail.com

outras moléculas por vários mecanismos como: forças de van der Waals, ligações de hidrogênio, troca iônica, entre outras. Troca iônica é um dos mais utilizados e mais satisfatórios métodos para purificar proteínas (NASCIMENTO, 2017).

A indústria química, farmacêutica e de alimentos utilizam enzimas em diversos processos e com isso surge a demanda por novas pesquisas e técnicas para purificação desses biocompostos.

A peroxidase (POD) é uma enzima que está envolvida em diversas reações como as reações oxidativas de compostos fenólicos em frutas (Brito *et al.*, 2005) e ainda em reações envolvendo polissacarídeos, monômeros, cicatrização de ferimentos, defesa de patógenos entre outras (Campos *et al.*, 2004). Um dos meios de se purificar a peroxidase para tais aplicações é por meio da adsorção utilizando polímeros supermacroporosos juntamente com métodos cromatográficos. Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o uso de um adsorvente macroporoso no processo de captura da enzima peroxidase presente na água de coco, visando o desenvolvimento de uma estratégia de purificação da mesma.

Material e métodos

A metodologia utilizada para síntese dos criogéis foi proposta por KUMAR *et al.* (2006) e YAO *et al.* (2006), resumidamente, uma solução contendo 7% de monômeros sendo eles acrilamida (5,6 g) e bis-acrilamida (1,4 g) foi preparada para 100 mL de solução. Após solubilização dos reagentes foram adicionados 140 µL de persulfato de amônio 0,5 g/mL e 91 µL de N,N,N',N' - tetrametiletilenodiamino (TEMED). A solução foi vertida em seringas plásticas de 5 ml e colocadas em banho termostático por 24 h à -12 °C. Posteriormente os criogéis foram desidratados em estufa a 60 °C e depois de secos, tiveram as extremidades defeituosas removidas. Foram então lavados com 100 mL de água destilada em temperatura ambiente com o auxílio de uma bomba peristáltica para remoção de reagentes não polimerizados e então secos novamente em estufa. Os criogéis apresentaram após essas etapas com aspecto cilíndrico, branco, rígido e uniforme com no máximo 5 cm de altura e 1 cm de diâmetro.

Os criogéis produzidos foram ativados com diperiodato cuprato de potássio, $K_5[Cu(HIO_6)_2]$, conforme metodologia adaptada de Savina *et al.* (2005). A solução ativadora foi uma mistura das soluções de NaOH 1,0 mol/L e $K_5[Cu(HIO_6)_2]$ 0,0562 mol/L na proporção de 1:3. Em seringas de 20 mL o criogel e a mistura pré-aquecida foram submetidas à agitação orbital em uma estufa incubadora BOD a 45 °C por 90 min. Após esse processo, seguiu-se para a enxertia do radical trocador ácido acrílico (Aac) ($C_3H_4O_2$) 2 mol/L. A solução de Aac foi previamente aquecida e vertida nas seringas

com criogel e novamente submetidas a estufa BOD, em agitação orbital a 45 °C, por 120 minutos. Em seguida os criogéis foram lavados com solução de HCl 0,1 mol/L, depois com água deionizada por 30 minutos e por fim secos a 60 °C e armazenados até o uso. Os criogéis ativados e não ativados (controle) foram caracterizados quanto à presença de grupos funcionais por espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier por atenuância reflexiva total, FTIR-ATR.

Na Figura 1 são apresentados os criogéis ativado e controle.

Figura 1 - criogel ativado e criogel controle



Fonte: Dos autores (2019)

Quantificação de proteínas totais: As proteínas totais da água de coco e da solução pós-captura foram quantificadas utilizando-se o método de Biureto, que consiste na reação de 4mL de reativo de Biureto, uma mistura de cobre, hidróxido de sódio e tartarato de sódio, com 1mL da amostra. A análise se baseia na metodologia adaptada por GOMES e OLIVEIRA (2011), Após 30 minutos de reação a temperatura ambiente, a amostra foi lida no espectrofotômetro (QUIMIS – UV VIS de varredura, modelo Q898UV2) a 560nm.

Atividade enzimática: Para medir a atividade específica da enzima em questão, foi adaptada a metodologia de Fontan (2012). Em tubos de vidro foram adicionados 2,3mL de solução tampão de fosfato de sódio ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0,02M e pH 5,5; 0,2mL de uma solução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 0,1% v/v e 0,5mL de uma solução alcoólica de guaiacol 0,5% v/v. Adicionou-se 1mL de amostra de água de coco em cada tubo e foi realizada a leitura no espectrofotômetro a 460nm. Os

tubos foram levados ao banho termostático a 35°C durante 10 minutos e uma nova leitura foi realizada.

Teste adsorativo: Para avaliar o processo de captura das proteínas no adsorvente produzido, foi utilizada uma curva-padrão de albumina de soro bovina (BSA) com concentrações variando de 2 a 10 mg/mL.

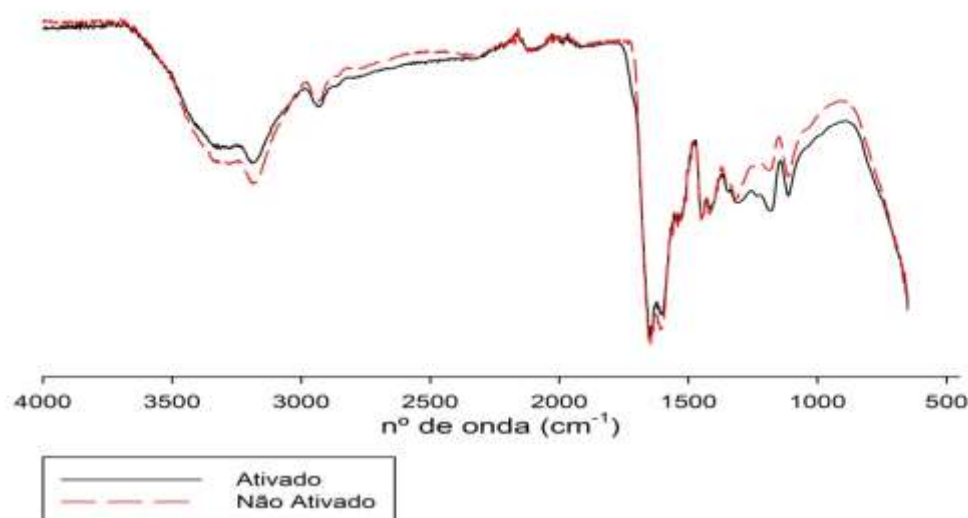
Foram colocados 30 mg do adsorvente cortado em cubos (cerca de 2 mm de aresta) em contato com 4,0 mL de água de coco tamponada com acetato de sódio 0,05 mol/L em pH 4,5 em um tubo de centrifuga com tampa. O tubo foi mantido sob agitação orbital na temperatura ambiente durante 12h. Decorrido o tempo, o sobrenadante foi recolhido para análise de atividade enzimática e proteínas totais. Tal procedimento foi realizado com cinco repetições.

Resultados e discussão

Espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier

Na Figura 2 é apresentado o espectro de FTIR do adsorvente ativado com ácido acrílico em comparação com o criogel controle.

Figura 2 - Espectro de FTIR



Fonte: Dos autores, 2019.

É possível observar uma banda de vibração formada na região de 1650 cm^{-1} , essa região é característica em criogeis de poliacrilamida correspondendo ao grupamento amida e coincide com o trabalho de vários autores (NASCIMENTO, 2017; GONÇALVES *et al.*, 2017).

Verifica-se também uma alteração de espectro entre os criogeis ativados e não ativados na região de 600 a 1750 cm^{-1} , NASCIMENTO (2017) diz que o ligeiro aumento na banda de 1190 cm^{-1} pode está associada à ligação de carbono e nitrogênio da amina secundária devido ao processo de enxertia com o ácido acrílico. A alteração de espectro nessa região aproximada de 1190 cm^{-1} entre o criogel ativado e o não ativado era de se esperar, já que o processo de ativação é feito para dar funcionalidade do radical ligante à coluna macroporosa do criogel, fazendo com que esse se torne um trocador catiônico.

Captura de proteínas da água de coco

Na tabela 1 são apresentados os resultados obtidos para o processo de captura das proteínas e atividade enzimática por troca iônica dos criogeis ativados a partir da água de coco. Também são apresentados os valores originais obtidos para a mesma.

Tabela 1 – Teor de proteínas e atividade enzimática para a água de coco e solução pós-captura dos criogeis ativados.

Amostra	Proteínas totais (mg/mL)	Atividade Enzimática (UA/mL)	Atividade Específica (UA/mg)	Redução no teor de proteínas (%)	Redução na Atividade Específica (%)
Água de coco	4,11	68,95	16,75	---	---
Solução pós-captura	2,50	4,80	1,92	39,17	88,54

Fonte: Dos autores, 2019.

Como muitas enzimas não são encontradas puras, nem sempre é possível quantificá-las diretamente, então os resultados são expressos em termos de atividade específica em relação ao teor de proteínas totais (MATAVELI, 2007).

Nota-se que a concentração de proteínas totais na solução pós-captura foi cerca de 39% menor que na água de coco inicial, indicando que parte das mesmas foram adsorvidas nos criogeis

produzidos. Observa-se, no entanto, que entre as proteínas adsorvidas (capturadas) houve uma maior quantidade de POD retida no adsorvente, comprovado pela grande redução na atividade específica observada, cerca de 88%.

O adsorvente produzido apresentou uma capacidade adsortiva de cerca de 200mg de proteínas por grama de adsorvente. Valores inferiores a esse trabalho foram encontrados por GAUTÉRIO *et al.* (2015) onde utilizaram cromatografia de troca iônica em leito expandido para adsorver peroxidase a partir de farelo de arroz integral, encontrando um valor máximo de 2,68 UA/mL em tampão acetato de sódio pH 4,5.

O próximo passo no desenvolvimento de um processo de purificação é estabelecer as melhores condições de eluição das proteínas adsorvidas, o que para processos de troca iônica geralmente ocorre com o incremento da força iônica da solução causada pela elevação da concentração de sal. Alguns autores relatam que para purificar enzimas com maior eficiência deve-se recorrer à cromatografia por interação hidrofóbica após a troca iônica bem como a utilização de técnicas de diálise e ultrafiltração para retirada do sal após a troca iônica (NAGY *et al.*, 2001)

O adsorvente produzido apresentou resultados promissores para o processo de captura da POD da água de coco, com potencial para ser usado em uma estratégia completa para purificação dessa enzima.

Conclusão

O adsorvente produzido apresentou capacidade de captura de proteínas por troca iônica a partir da água de coco, indicando que houve seletividade na adsorção de POD, o que foi verificado pela redução proporcionalmente maior da atividade específica em comparação à concentração de proteínas. Com isso, o adsorvente apresenta potencial para o uso no desenvolvimento de uma estratégia de purificação dessa enzima.

Agradecimentos

A UESB.

Referências

- ARVIDSSON, Pär *et al.* Chromatography of microbial cells using continuous supermacroporous affinity and ion-exchange columns. **Journal Of Chromatography A**, [s.l.], v. 977, n. 1, p.27-38, nov. 2002.
- BRITO, Carlos Alexandre Kogushi de *et al.* Características da atividade da peroxidase de abacaxis (*Ananas comosus* (L.) Merrill) da cultivar iac gomo-de-mel e do clone iac-1. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 2, n. 25, p.244-249, 17 mar. 2005.
- CAMPOS, Ângela Diniz *et al.* Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência do feijão à antracnose. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 7, p.637-643, jul. 2004.
- FONTAN, R. C. I. **Desenvolvimento e caracterização de trocador catiônico supermacroporoso para a purificação de macromoléculas**. 2013. 137 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- GAUTÉRIO, Gabrielle Victoria *et al.* Adsorção de Peroxidase em Resina de Troca Iônica: Efeito do pH e da Solução Tamponante. **Anais do V Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia**, [s.l.], p.127-130, nov. 2015.
- GOMES, J. C., OLIVEIRA, G. F. **Análises físico-químicas de alimentos**. Ed. UFV, 303p. 2011.
- GONÇALVES, G. R. F. *et al.* Immobilization of sugars in supermacroporous cryogels for the purification of lectins by affinity chromatography. **Journal Of Chromatography B**, v. 1068-1069, p.71-77, 2017.
- MATAVELI, Lidiane Raquel Verola. **Construção e caracterização de um minibiossensor para determinação de adrenalina em amostras de interesse farmacêutico**. 2007. 81 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2007. Disponível em: <<https://bdtd.unifal-mg.edu.br:8443>>. Acesso em: 08 abr. 2019.
- NAGY, Z. *et al.* β -galactosidase of *Penicillium chrysogenum*: production, purification, and characterization of the enzyme. **Protein Expression and Purification**, v. 21, p.24-29, 2001.
- NASCIMENTO, Ivonéa Soares do. **Purificação de lectinas de sementes de jaca utilizando trocadores iônicos monolíticos supermacroporosos**. 2017. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2017.
- SAVINA, I.; MATTIASSON, B.; GALAEV, I. Y. Graft polymerization of acrylic acid onto macroporous polyacrylamide gel (cryogel) initiated by potassium doperiodatocuprate. **Polymer**, v.46, 9596-9603, 2005.
- YAO, K. *et al.* Preparation of polyacrylamide-based supermacroporous monolithic cryogel beds under freezing temperature variation conditions. **Chemical Engineering Science**, v.61, 6701-6708, 2006.

Capítulo 3

Sistema aquoso bifásico: dados de equilíbrio e partição de pigmento natural

Ana Clara Rocha Caldeira*¹; Janaína Teles de Faria²

Resumo

Dados de equilíbrio de fase foram obtidos para sistema aquoso bifásico (SAB) composto por isopropanol e sulfato de magnésio a 298 e 308 K. Verificou-se que a temperatura não promoveu alterações significativas nas concentrações mínimas dos componentes formadores de fases, de modo que as curvas binodais obtidas nas duas temperaturas praticamente coincidiram. Observou-se que o aumento da concentração de álcool e sal na mistura resultou em maior comprimento da linha de amarração (*CLA*). Comportamento semelhante foi observado para o aumento de temperatura, mantendo-se a composição da mistura constante. Os diferentes *CLA* foram avaliados quanto à partição de antocianinas, as quais migraram preferencial para a fase superior, rica em álcool. O coeficiente de partição e o fator de recuperação teórica na fase de topo aumentaram com o *CLA*, sendo os maiores valores ($K_p=15,6$ e $Y=94,3\%$) obtidos para o sistema composto por 24% m/m de isopropanol e 13% m/m de sulfato de magnésio ($CLA=49,6\%$ m/m) a 308 K. Tal sistema mostrou-se atrativo para a partição de antocianinas, uma vez que requer reagentes e processos comuns e de baixo custo.

Palavras-chave: Antocianinas. Coeficiente de partição. Curva binodal. Extração líquido-líquido. Linha de amarração.

Introdução

Processos de separação e purificação de biocompostos tem despertado cada vez mais o interesse de pesquisadores, interessados na potencial aplicação dos mesmos nas indústrias química, farmacêutica e de alimentos. Dentre as técnicas de extração líquido-líquido, a utilização de sistema aquoso bifásico (SAB) tem se destacado como uma importante tecnologia para processos *downstream* de extração e purificação de biomoléculas (WU *et al.*, 2011).

Tais sistemas tornam-se atrativos dos pontos de vista ambiental, por serem compostos por substâncias atóxicas e não inflamáveis, e de processo, por serem constituídos majoritariamente por

¹ Estudante de Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Docente do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

água, o que favorece a manutenção das atividades biológicas dos biocompostos (ALBERTSSON, 1986; GUO *et al.*, 2012; LI *et al.*, 2017)

SAB compostos por álcool e sal, em especial, são uma opção sustentável e de baixo custo que apresentam ainda vantagens como disponibilidade dos componentes formadores de fase, facilidade de recuperação do álcool e sua reutilização, baixa viscosidade, rápida separação de fases e facilidade de recuperação do produto na fase rica em álcool (WU *et al.*, 2011)

A disponibilidade de dados de equilíbrio de SAB é imprescindível para o projeto de processos de separação/purificação e para o desenvolvimento de modelos de transferência de massa aplicáveis à extração líquido-líquido (GRABER *et al.*, 2004), além de fornecer informações a respeito do comportamento de fase e das propriedades físico-químicas, as quais são úteis no estudo da partição de moléculas entre as duas fases (LO *et al.*, 2015).

Assim, o presente estudo teve como objetivo determinar dados de equilíbrio de fase (curva binodal e linhas de amarração) de SAB composto por isopropanol e sulfato de magnésio a 298 e 308 K, bem como verificar o potencial dos sistemas para partição de antocianinas a partir de um extrato bruto, obtido de frutos de jamelão (*Syzygium cumini*).

Material e métodos

Materiais

Os reagentes utilizados (isopropanol, sulfato de magnésio, acetato de sódio, cloreto de potássio e ácidos acético e clorídrico) foram de grau analítico. Frutos de *Syzygium cumini* (jamelão) em estágio final de maturação foram coletados no campus regional da UFMG, situado no município de Montes Claros, Minas Gerais. Os frutos foram lavados com água corrente e armazenados em embalagens de polipropileno a 248 K até sua utilização. Água ultrapura foi utilizada para realização dos experimentos.

Curva binodal e linhas de amarração

As curvas binodais foram obtidas pelo método de titulação turbidimétrica, conforme metodologia descrita por Albertsson (1986), a partir de álcool (isopropanol) e solução estoque de sulfato de magnésio (25 % m/m), à pressão atmosférica nas temperaturas de 298 e 308 K. Após

obtenção da composição dos pontos de turbidez por meio do balanço de massa dos componentes formadores de fase, obteve-se as curvas binodais.

As Equações 1-4 foram ajustadas aos dados experimentais da curva binodal:

$$[w_1] = A * \exp(B * [w_2]^{0,5} - C * [w_2]^3) \quad (\text{Eq. 1})$$

$$[w_1] = A + B * [w_2]^{0,5} + C * [w_2] \quad (\text{Eq. 2})$$

$$[w_1] = A + B * [w_2]^{0,5} + C * [w_2] + D * [w_2]^2 \quad (\text{Eq. 3})$$

$$[w_1] = \exp(A + B * [w_2]^{0,5} + C * [w_2] + D * [w_2]^2) \quad (\text{Eq. 4})$$

onde $[w_1]$ e $[w_2]$ são as concentrações (% m/m) de isopropanol e sulfato de magnésio na mistura, respectivamente, e A , B , C e D são constantes obtidas por regressão.

Uma vez determinadas as curvas binodais, três pontos distintos foram escolhidos na região bifásica a 298 e 308 K para determinação das linhas de amarração pelo método gravimétrico descrito por Merchuk, Andrews e Asenjo (1998). Sistemas de 8 g foram preparados em tubos de centrífuga graduados a partir da pesagem de quantidades apropriadas de isopropanol, solução estoque de sulfato de magnésio e água. Os tubos foram homogeneizados vigorosamente e deixados em repouso, em banho termostático nas temperaturas avaliadas, por 24 h. Decorrido esse período, as fases superior e inferior foram cuidadosamente separadas com seringa de agulha longa. As fases coletadas foram pesadas e acondicionadas separadamente para posterior utilização no experimento de partição. A composição das fases em equilíbrio de cada sistema foi determinada por meio da regra da alavanca para relação entre as composições das linhas de amarração e global do sistema, pela resolução simultânea das Equações 5-8:

$$[w_1]_m = \alpha * ([w_1]_m - [w_1]_b) + [w_1]_m \quad (\text{Eq. 5})$$

$$[w_2]_m = \alpha * ([w_2]_b - [w_2]_m) + [w_2]_t \quad (\text{Eq. 6})$$

$$[w_1]_t = \exp(A + B * [w_2]_t^{0,5} + C * [w_2]_t + D * [w_2]_t^2) \quad (\text{Eq. 7})$$

$$[w_1]_b = \exp(A + B * [w_2]_b^{0,5} + C * [w_2]_b + D * [w_2]_b^2) \quad (\text{Eq. 8})$$

sendo os subscritos t , b e m referentes à fase superior, fase inferior e mistura global, respectivamente; α é a razão entre a massa da fase inferior e a massa da fase superior do sistema, e A , B , C e D são os coeficientes de regressão da equação de melhor ajuste.

O comprimento da linha de amarração (CLA) foi determinado como:

$$CLA = [([w_1]_t - [w_1]_b)^2 + ([w_2]_t - [w_2]_b)^2]^{0.5} \quad (\text{Eq. 9})$$

Extrato bruto de antocianinas

Para obtenção do extrato de antocianinas foram utilizadas casca de jamelão e água acidificada (com ácido clorídrico, pH 2) como solvente extrator, na proporção 1:2 (sólido: líquido). A extração foi realizada ao abrigo da luz, sob agitação de 200 rpm a 298 K, por 24 h. O extrato foi filtrado em papel de filtro qualitativo (11 µm) e concentrado por liofilização até obtenção de um extrato viscoso. O extrato concentrado foi armazenado em microtubos e mantidos a 248 K até sua utilização.

Partição de antocianina

Sistemas para avaliação da partição foram preparados a partir das fases (superior e inferior) pré-equilibradas obtidas no experimento de avaliação das linhas de amarração. Assim, para cada condição experimental, 3 mL das fases superior e inferior foram transferidos para um tubo de centrífuga de 15 mL, ao qual foram adicionados 100 µL de extrato bruto de antocianina. Os tubos, protegidos da luz com papel alumínio, foram homogeneizados e mantidos em repouso por 15 h em banho termostático a 298 e 308 K. Após a partição, as fases superior e inferior foram cuidadosamente coletadas para quantificação da concentração de antocianinas.

O coeficiente de partição (K_p) é definido como a razão entre as concentrações de antocianinas na fase superior e inferior. O fator de recuperação teórica da fase superior (Y), parâmetro utilizado para determinar a capacidade de purificação do pigmento, é calculado como a razão entre a massa de analito particionado na fase superior e a massa total adicionada ao sistema (Equação 10):

$$Y (\%) = 100 \left(\frac{K_p R_v}{1 + (K_p R_v)} \right) \quad (\text{Eq. 10})$$

sendo R_v a razão entre os volumes das fases superior e inferior.

Determinação da concentração de antocianinas

A concentração de antocianinas totais (CA) foi determinada pelo método Fuleki e Francis (1968) com modificações. As amostras (fases) foram diluídas em duas soluções tampões: uma a pH

1 (0,03 mol/L KCl) e outra a pH 4,5 (0,4 mol/L CH₃CO₂Na • 3 H₂O) e mantidas em repouso por 30 min. A absorbância das diluições foi medida a 520 e 700 nm em espectrofotômetro e a concentração de antocianinas totais foi calculada pela Equação 11:

$$CA \text{ (mg/mL)} = \frac{A * MM * FD * 1000}{\epsilon * L} \quad (\text{Eq. 11})$$

sendo $A = (ABS_{530} - ABS_{700})_{pH 1} - (ABS_{530} - ABS_{700})_{pH 4,5}$, MM a massa molar da cianidina-3-glicosídeo (449,2 g/mol); FD o fator de diluição; ϵ o coeficiente de extinção molar da cianidina-3-glicosídeo (26900 L/(cm.mol)) e L o caminho ótico da cubeta (1 cm).

Análise estatística

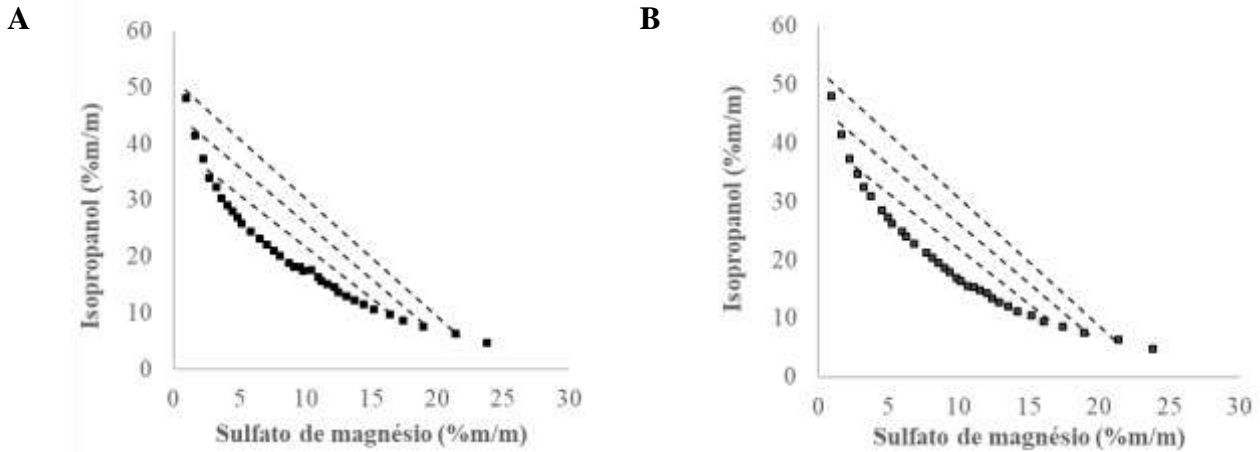
Os experimentos foram realizados com três repetições e os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão. A significância dos ajustes das Equações 1-4 foi avaliada pela análise de variância (p-valor<0,05) e a qualidade do ajuste foi avaliada pelo coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajust}), erro médio quadrático (*root mean squared error*, $RMSE$) e significância dos coeficientes de regressão pelo teste t (p-valor<0,05).

Resultados e discussão

As curvas binodais e linhas de amarração para os sistemas compostos por isopropanol, sulfato de magnésio e água a 298 e 308 K são apresentadas na Figura 1. Verificou-se pela sobreposição das curvas binodais que o aumento de temperatura de 298 para 308 K não promoveu alteração significativa da região bifásica (acima da curva). Resultado semelhante foi observado em outros estudos com SAB compostos por álcoois e sais (GUO *et al.*, 2012; LI *et al.*, 2017)

Todos os modelos (Equações 1-4) ajustados aos dados das curvas binodais foram significativos (p-valor<0,05), bem como seus coeficientes de regressão. Os valores desses coeficientes, do coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajust}) e do erro médio quadrático ($RMSE$) são listados na Tabela 1. Observa-se pelos elevados valores de R^2_{ajust} e pequenos valores de $RMSE$ que todas as equações apresentaram excelente correlação aos dados experimentais, podendo ser utilizadas satisfatoriamente para descrever as curvas binodais. Para determinação das linhas de amarração, optou-se pela Equação 4, que apresentou maior R^2_{ajust} e menor $RMSE$ nas duas temperaturas avaliadas.

Figura 1 – Curva binodal (■) e linhas de amarração (--) para SAB compostos por isopropanol e sulfato de magnésio a (A) 298 e (B) 308 K



Fonte: Dos autores, 2018.

Tabela 1 – Parâmetros de ajuste das Equações 1- 4

Temperatura (K)	Equações	Coeficientes de regressão				R^2_{ajust}	RMSE
		A	B	C	D		
298	1	74,08	-0,46	0,00004		0,9985	0,4012
	2	64,72	-20,82	1,78069		0,9957	0,6777
	3	71,06	-27,84	3,72738	-0,03496	0,9979	0,4747
	4	4,46	-0,67	0,07472	-0,00263	0,9990	0,3210
308	1	74,85	-0,45	0,00005		0,9989	0,3482
	2	65,78	-21,13	1,78008		0,9984	0,4229
	3	68,49	-24,15	2,61933	-0,01511	0,9987	0,3714
	4	4,34	-0,50	0,02534	-0,00178	0,9992	0,2975

Fonte: Dos autores, 2018.

A composição global dos sistemas e de suas fases em equilíbrio, que correspondem às linhas de amarração apresentadas na Figura 1, e o comprimento das linhas de amarração (CLA) são apresentados na Tabela 2. Independente da temperatura, observa-se que quanto maior a concentração de álcool e sal na mistura, maior a diferença de composição entre as fases (superior, rica em álcool, e inferior, rica em sal) e, conseqüentemente, maior o CLA. Comportamento semelhante foi reportado por Guo *et al.* (2012) e Li *et al.* (2017) ao avaliarem SAB compostos por álcoois e sais.

Tabela 2 – Dados experimentais das linhas de amarração de SAB compostos por isopropanol (1) e sulfato de magnésico (2) e parâmetros de partição de antocianinas

Temperatura (K)	Composição (% m/m)						CLA (% m/m)	K_p	Y (%)
	Global		Fase superior		Fase inferior				
	w_1	w_2	w_1	w_2	w_1	w_2			
298	20,0	11,0	35,4	2,6	9,4	16,8	26,7	4,1	80,5
	22,0	12,0	42,9	1,5	7,2	19,5	40,0	5,9	85,5
	24,0	13,0	49,6	0,9	5,7	21,7	48,6	8,3	89,2
308	20,0	11,0	35,9	2,6	9,2	16,7	30,1	7,3	88,0
	22,0	12,0	43,6	1,4	7,2	19,3	40,6	12,4	92,5
	24,0	13,0	50,9	0,7	5,8	21,3	49,6	16,5	94,3

Fonte: Dos autores, 2018.

Composições globais que correspondem a pontos sobre uma mesma linha de amarração possuem fases superior e inferior com mesma composição final e, conseqüentemente, mesmo *CLA* (SILVA; LOH, 2006). Como o experimento de partição foi realizado com sistemas formados a partir de fases pré-equilibradas, tais sistemas apresentam os mesmos *CLA* que os sistemas originais. Assim, observa-se na Tabela 2 que quanto maior o *CLA*, maior o coeficiente de partição (K_p). Os valores de $K_p > 1$ indicam que as antocianinas migraram preferencialmente para a fase superior, devido à maior afinidade do pigmento a soluções alcólicas (KHOO *et al.*, 2017). Esses resultados estão de acordo com os observados em outros estudos de partição de antocianinas em SAB compostos por álcoois e sais (AL-ALAWI; NITHYANADAM; HONG, 2018; TANG *et al.*, 2018).

O comportamento do fator de recuperação teórica da fase superior (*Y*) foi semelhante ao comportamento de K_p , uma vez que a razão entre volumes da fase foi igual a 1 no experimento de partição. Assim, maior a recuperação teórica do pigmento quanto maior o *CLA*.

Maiores valores de K_p e *Y* para os sistemas avaliados a 308 K podem estar associados ao maior *CLA* apresentados, quando comparados aos sistemas a 298 K, uma vez que com o aumento de temperatura houve transferência de água das fases superior para inferior, o que pode ser verificado pela ligeira diminuição da concentração de sal na fase inferior, com simultâneo aumento da concentração de álcool na fase superior (Tabela 2).

Conclusão

Dados de equilíbrio para SAB formados por isopropanol e sulfato de magnésio foram obtidos a 298 e 308 K, não sendo observada influência da temperatura na região bifásica. O aumento da concentração dos componentes formadores de fase na mistura global levou ao aumento da diferença das composições das fases em equilíbrio, resultando em maiores comprimentos de linha de amarração. A migração preferencial das antocianinas para fase rica em álcool nos SAB avaliados aumentou com o aumento do CLA relacionado à maior concentração de álcool e sal na mistura e/ou temperatura, de modo $K_p = 15,6$ e $Y = 94,3\%$ foram obtidos para sistema composto por 24% m/m de isopropanol e 13% m/m de sulfato de magnésio ($CLA = 49,6\%$ m/m) a 308 K. A utilização desse sistema para partição de antocianinas mostrou-se atrativa.

Agradecimentos

À PRPq/UFMG pelo apoio financeiro e à PROBIC/FAPEMIG pela bolsa de iniciação científica.

Referências

- ALBERTSSON, P.A. **Partition of Cell Particles and Macromolecules**. New York: Ed. John Wiley, 1986.
- AL-ALAWI, A.; NITHYANADAM, R.; HONG, T. L. Integrated Extraction and Purification of Anthocyanin from *Dacryodes rostrata* Peel Using Aqueous Two-Phase Extraction (ATPE). In: EURECA, 2018 e Subang Jaya. **Conference Paper** [...], Subang Jaya: Taylor's University, 2018. p.1-14.
- FULEKI, T; FRANCIS, F J. Quantative methods for analysis. 2. Determination of total anthocyanin and degeadition index in cranberries. *Journal of Food Science*, v. 33, p. 78–83, 1968.
- GRABER, Teófilo A. *et al.* Liquid-liquid equilibrium of the aqueous two-phase system water + PEG 4000 + lithium sulfate at different temperatures. experimental determination and correlation. *Journal of Chemical and Engineering Data*, v. 49, n. 6, p. 1661–1664, 2004.
- GUO, Wenlu *et al.* Liquid-liquid equilibrium of aqueous two-phase systems composed of hydrophilic alcohols (ethanol/2-propanol/1-propanol) and MgSO₄/ZnSO₄ at (303.15 and 313.15) K and correlation. *Thermochimica Acta*, v. 546, p. 8–15, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tca.2012.07.022>. Acesso em: 07 jul.2018.
- KHOO, Hock Eng *et al.* Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, v. 61, n. 1, p. 1361779, 2017. Disponível em: <http://foodandnutritionresearch.net/index.php/fnr/article/view/1257>. Acesso em: 01 out.2018.
- LI, Yuliang *et al.* Phase equilibria and salt effect on the aqueous two-phase system of ethanol + 2-

propanol + salt [(NH₄)₂SO₄/Na₂SO₄] + water. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, v. 127, n. 3, p. 2473–2487, 2017.

LO, Sewn Cen *et al.* Liquid-Liquid Equilibrium of Alcohols + Ammonium/Potassium/Sodium Acetate + Water Systems: Experimental and Correlation. *Journal of Chemical and Engineering Data*, v. 60, n. 10, p. 2848–2857, 2015.

MERCHUK, Jose C.; ANDREWS, Barbara A.; ASENJO, Juan A. Aqueous two-phase systems for protein separation studies on phase inversion. *Journal of Chromatography B: Biomedical Applications*, v. 711, n. 1–2, p. 285–293, 1998.

TANG, Xu *et al.* Separation, purification of anthocyanin and vitis linn polysaccharide from grape juice by the two-step extraction and dialysis. *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 42, n. 1, 2018.

WU, Xiangyang *et al.* Aqueous two-phase extraction, identification and antioxidant activity of anthocyanins from mulberry (*Morus atropurpurea* Roxb.). *Food Chemistry*, v. 129, n. 2, p. 443–453, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.097>. Acesso em: 13 maio.2019

Capítulo 4

Estudo dos processos de fermentação e secagem do cacau e o efeito das condições de torra sobre a umidade do produto

Renata Pancini Grillo¹; Gabriel Brites Brum¹; Maria Emília Rodrigues Valente*²; Sérgio Henriques Saraiva²

Resumo

O Cacau é um fruto originário da floresta Amazônica sendo amplamente cultivado na região intertropical do planeta, especialmente na região oeste do continente africano. No Brasil, é cultivado principalmente na Bahia e Pará. As operações pós-colheita de fermentação e secagem são etapas essenciais durante as quais são formados precursores de sabor do cacau, indispensáveis para a produção de um chocolate de boa qualidade. O processamento, em particular a torrefação, é também muito importante no desenvolvimento do sabor de chocolate. Dada a importância das etapas de pós-colheita e processamento do cacau para a qualidade do chocolate, o objetivo deste trabalho foi acompanhar o processo de fermentação e secagem do cacau em pequena escala e avaliar o efeito das condições de torra sobre a umidade do nibs. A fermentação foi conduzida segundo metodologia descrita por Ferreira *et al.* (2013). A secagem foi realizada em secador de bandejas utilizando-se temperatura de 40°C sob fluxo de ar constante, sendo ajustado os modelos de Lewis, Handerson e Pabis e Page para descrever a cinética de secagem. A torrefação das amêndoas foi realizada em torrador de cilindro rotativo à temperatura de 115 °C variando o tempo de torra (10, 15, 20 e 25 minutos), sendo determinadas a perda de massa total e a perda de massa seca. A fermentação das amêndoas foi concluída no prazo de cinco dias, sendo a temperatura máxima do processo de 35°C. O modelo de Page foi o escolhido para representar a cinética de secagem das amêndoas de cacau por apresentar o menor erro padrão da regressão dentre os modelos testados. O modelo sigmoidal ajustou-se bem aos dados experimentais de variação da perda de massa percentual ao longo do tempo de torra.

Palavras-chave: Modelagem matemática. Perda de massa. Pós-colheita.

¹Estudante de graduação, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Espírito Santo

² Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Espírito Santo

*Autor para correspondência: e-mail maria.valente@ufes.br

Introdução

O cacau, fruto da árvore cacauzeiro (*Theobroma cacao*), possui em sua estrutura um grande volume de sementes revestidas por uma polpa branca e rica em açúcares, que após fermentadas e secas, constituem a principal matéria prima para a fabricação do chocolate (FERREIRA *et al.*, 2013).

Após a colheita, transporte e quebra do fruto, a próxima etapa a ser realizada é a fermentação, que ocorre ainda nas propriedades produtoras de cacau. Para obter qualidade no produto final, produzindo um chocolate fino ou especial, é essencial que esta etapa seja conduzida de maneira eficiente (LAGUNES-GALVEZ *et al.*, 2007), uma vez que tem influência direta no sabor do produto final.

A fermentação do cacau é definida como processo microbiológico e enzimático, devido a complexas reações bioquímicas que provocam a morte do embrião, hidrólise de açúcares e proteínas, liberação de enzimas e substratos e difusão de compostos fenólicos que entram em contato com as enzimas (EFRAIM *et al.*, 2010; FERREIRA *et al.*, 2013). Durante a fermentação, a aparência externa das sementes também sofre alterações: inicialmente são rosadas e cobertas por uma mucilagem branca (polpa), mas gradualmente vão escurecendo e a mucilagem vai desaparecendo. No final da fermentação a mucilagem é praticamente inexistente e as amêndoas, como normalmente são chamadas as sementes pós-fermentação, estão levemente pegajosas e seguem para etapa de secagem (Nigam e Singh, 2014).

A secagem deve ser iniciada logo após a fermentação e se baseia na redução da disponibilidade de água, impedindo que ocorram reações químicas deteriorativas e o desenvolvimento de microrganismos, conferindo aos produtos uma maior vida útil (PARK; BIN; BROD, 2001). Além disso, algumas reações enzimáticas (iniciadas na fermentação) que darão às amêndoas o sabor característico de cacau e chocolate são finalizadas (FERREIRA *et al.*, 2013).

O teor de umidade das amêndoas secas é de extrema importância do ponto de vista sensorial do produto, uma vez que, durante a torrefação, os precursores de sabor podem reagir de diferentes maneiras, dependendo da quantidade de umidade presente. Com muito pouca umidade eles são incapazes de produzir os compostos de reação desejáveis; já um teor elevado de umidade pode remover componentes de sabor desejáveis durante a torrefação (BECKETT, 2008).

A torrefação desenvolve o sabor nas amêndoas a partir dos precursores formados durante a fermentação e a secagem (BECKETT *et al.*, 2017). As condições da torrefação dependem de vários fatores, como a origem, tipo de amêndoa, período de colheita, tratamentos anteriores, teor de água e tamanho das amêndoas ou dos nibs (fragmentos das amêndoas de cacau isentos de casca). Durante a

torrefação a reação de Maillard é a principal responsável pela formação do sabor, cor e aroma desejáveis do chocolate (EFRAIM; ALVES; JARDIM, 2011).

Dada a importância do processamento do cacau para a qualidade do chocolate, o objetivo deste trabalho foi acompanhar o processo de fermentação e secagem do cacau em pequena escala e avaliar o efeito das condições de torra sobre o teor de umidade do nibs.

Metodologia

Obtenção e preparo da matéria-prima

Os frutos de cacau foram obtidos do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus de Alegre, e levados até o Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA), do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE/UFES), onde o estudo foi desenvolvido.

Os frutos foram primeiramente pesados, em seguida, quebrados com o auxílio de uma faca, sendo as sementes e a polpa que as revestem, extraídas, eliminando aquelas em estágio avançado de germinação. Foram então pesadas para o cálculo do rendimento – peso das sementes revestidas de polpa em relação ao peso dos frutos inteiros).

Fermentação

As sementes juntamente com a polpa que as revestem foram fermentadas em caixa de madeira, forrada lateralmente e coberta com folha de bananeira, segundo método comumente usado por cacauicultores e descrito por Ferreira *et al.* (2013). O primeiro revolvimento da massa ocorreu após 48 horas, seguidos de revolvimentos sucessivos a cada 24 horas, segundo a metodologia CEPLAC, também descrita por Ferreira *et al.* (2013), até o quinto dia de fermentação. A evolução da temperatura ao longo do processo foi aferida por meio de termômetro.

Secagem

A secagem foi realizada em secador de bandejas utilizando-se temperatura de 40°C sob fluxo de ar constante. As amostras foram pesadas a cada 15 minutos durante a primeira hora; na segunda hora pesou-se a cada 30 minutos; a partir da terceira hora, pesou-se a massa a cada 60 minutos, até que o teor de umidade

atingisse um valor abaixo de 8%, conforme exigência da legislação brasileira para amêndoas tipo I e II (BRASIL, 2008). Dentre os vários modelos de cinética de secagem mencionados na literatura, optou-se por testar os modelos de Lewis (1921), Equação 1, Handerson e Pabis (1961), Equação 2, e Page (1949), Equação 3, por normalmente apresentarem bom ajuste e possuem um menor número de parâmetros que outros modelos disponíveis.

$$RU = \exp(-kt) \quad (\text{Equação 1})$$

$$RU = a \cdot \exp(-kt) \quad (\text{Equação 2})$$

$$RU = \exp(-kt^n) \quad (\text{Equação 3})$$

Em que RU é a razão de umidade, adimensional, t é o tempo de secagem, em minutos, e k , a e n são parâmetros dos modelos.

Para ajuste dos parâmetros usou-se regressão não linear por meio do software SigmaPlot®. Os modelos foram comparados pelo erro padrão da regressão.

Torreção

As amostras de cacau foram previamente pesadas e torradas (torrador de cilindro rotativo) na temperatura de 115 °C variando o tempo de torra: 10, 15, 20 e 25 minutos. Em seguida foram novamente pesadas, sendo determinadas a perda de massa total e perda de massa seca segundo as equações 4 e 5 em que m_0 é o peso da amostra antes da torra (g), m_f é o peso da amostra após a torra (g), U_0 é a umidade do cacau antes da torra (%) e U_f é a umidade do cacau após a torra (%).

$$\text{Perda de massa} = \frac{m_0 - m_f}{m_0} \cdot 100 \quad (\text{Equação 4})$$

$$\text{Perda de matéria seca} = \frac{m_0(100 - U_0) - m_f(100 - U_f)}{m_0(100 - U_0)} \cdot 100 \quad (\text{Equação 5})$$

Determinação da umidade

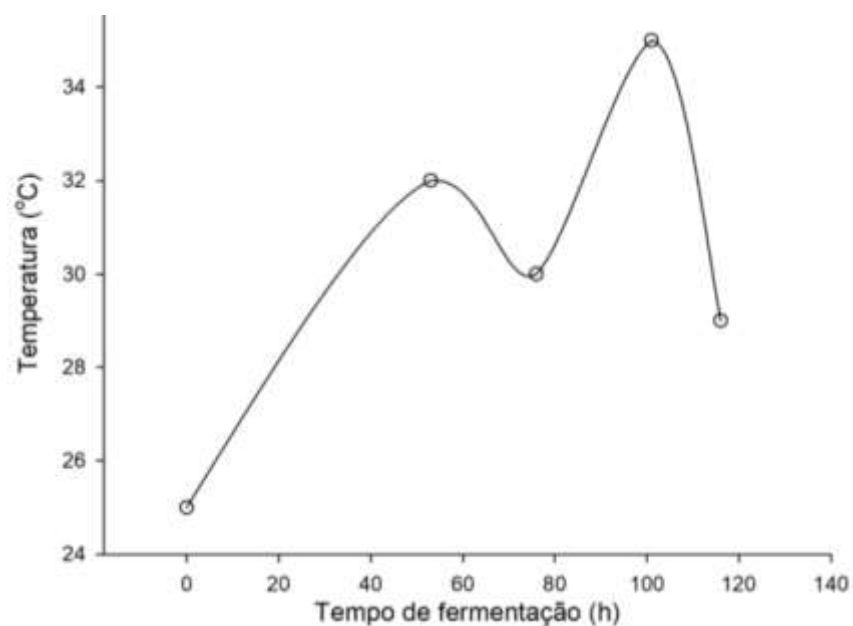
A umidade das amêndoas foi determinada pelo método de secagem direta em estufa a 105 °C (IAL, 2008). Para tanto, adicionou-se dois gramas da amostra em cápsula de porcelana, previamente tarada. Em seguida, aqueceu-se durante 3 horas na estufa a 105 °C e depois resfriou em dessecador até a temperatura ambiente, e então, pesou-se. Foram repetidas a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante.

Resultados e discussões

Sem desconsiderar a qualidade das sementes, o aumento do rendimento ou produção de cacau seco é um dos principais objetivos do melhoramento do cacau (DE CARVALHO et al, 2001). No presente trabalho, o rendimento em sementes e polpa foi de 22,31% e em sementes/amêndoas secas foi de 8,8% em relação ao fruto inteiro.

A Figura 1 mostra a variação da temperatura da massa de cacau ao longo do tempo de fermentação. A fermentação foi interrompida no quinto dia, onde foi observada uma queda de temperatura após atingir a temperatura máxima do processo (35°C). Essa queda acentuada da temperatura indica que a fermentação foi completa, passo essencial para a formação de precursores de aroma (AFOAKWA, 2016).

Figura 1 – Temperatura na massa de cacau ao longo do processo de fermentação



Os modelos de cinética de secagem ajustados são apresentados na Tabela 1 e as curvas de secagem na Figura 2.

Todos os modelos testados ajustaram-se bem aos dados experimentais de secagem do cacau, sendo que modelo que apresentou o menor erro padrão da regressão foi o modelo de Page. Não foram encontrados na literatura outros trabalhos de ajuste de modelos matemáticos aos dados experimentais da secagem do cacau. Porém Araújo *et al.* (2017) concluíram que, dentre os modelos ajustados aos

dados experimentais, o modelo de Page foi o escolhido para representar o fenômeno de secagem em camada delgada dos frutos de amendoim.

Tabela 1 – Modelos ajustados para a cinética de secagem e erros padrão da regressão.

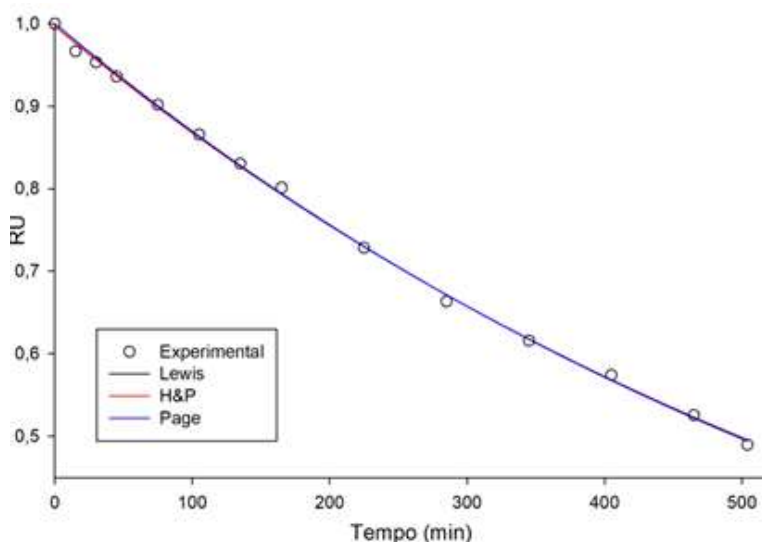
Modelo	Equação ajustada ¹	Erro padrão da regressão ²
Lewis	$RU = e^{-0,001397 t}$	0,0057
Handerson e Pabis	$RU = 0,9967 e^{-0,001386 t}$	0,0056
Page	$RU = e^{-0,001435 t^{0,9954}}$	0,0055*

¹: Ajuste feito por regressão não linear

²: O melhor modelo é o que apresenta o menor erro padrão da regressão

*: Modelo escolhido

Figura 2 – Curva de secagem experimental e ajustadas pelos modelos testados

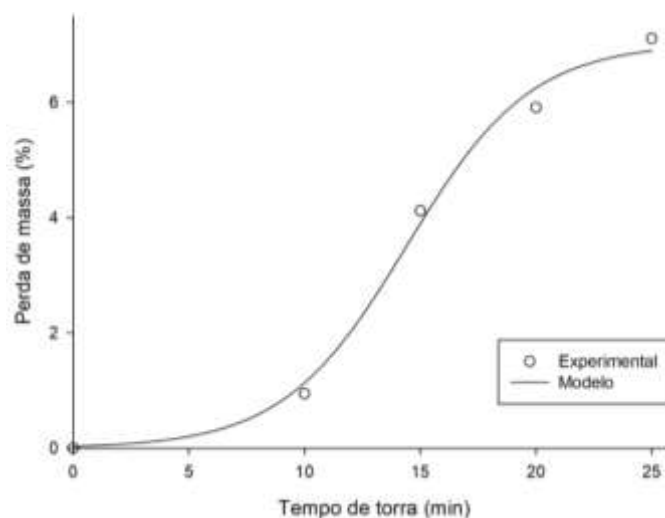


No presente trabalho, a umidade após a secagem foi de 7,28% estando dentro dos parâmetros previstos pela legislação brasileira (BRASIL, 2008).

A Figura 3 mostra a variação da perda de massa percentual ao longo do tempo de torra. O modelo sigmoidal ajustou-se bem aos dados experimentais, apresentado um coeficiente de determinação (r^2) igual a 0,9935, mostrando um leve crescimento da perda de massa no início da torra seguido de um grande aumento na velocidade da perda de torra. Isso pode ser explicado pelo fato de que, no início, o processo de torra é um processo endotérmico (elevação da temperatura e vaporização de água) e, ao atingir uma determinada temperatura, o processo passa a ser exotérmico (reações exotérmicas produzindo CO_2 , vapor d'água e outros compostos, incluindo os responsáveis pelo aroma e sabor).

A perda de matéria seca iniciou no tempo de torra de 15 minutos (1,9%) aumentando progressivamente nos tempos de torra de 20 minutos (5,0%) e 25 minutos (6,1%) ao passo em que o teor de umidade foi decrescente com o tempo de torra: 6,11% (10 minutos), 3,94% (15 minutos), 2,97% (20 minutos) e 1,94% (25 minutos). A redução de umidade durante a etapa de torrefação é importante uma vez que um baixo teor de umidade permite que o liquor, produto resultante da moagem do nibs torrado, tenha uma fluidez adequada às etapas seguintes do processamento, como, por exemplo, moldagem e desmoldagem do chocolate, além do transporte em tubulações (BECKETT, 2008). De acordo com Cargill (2007) citado por Beckett, Fowler e Ziegler (2017), o teor de umidade máximo presente no liquor é de 2%, o que indica que o tempo de torra à temperatura de 115°C deve ser de, no mínimo, 25 minutos partindo-se de uma amêndoa com teor de umidade de 7,28%.

Figura 3 – Perda de massa ao longo do tempo de torra do cacau.



Conclusão

Por meio do presente trabalho foi possível estudar as dinâmicas dos processos de fermentação, secagem e torrefação do cacau.

A fermentação das amêndoas foi acompanhada pela evolução da temperatura sendo concluída no prazo de cinco dias. O modelo de Page foi escolhido para representar o fenômeno de secagem das amêndoas de cacau por apresentar o menor erro padrão da regressão. Os dados experimentais de variação da perda de massa percentual ao longo do tempo de torra se ajustaram bem ao modelo sigmoidal.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Alegre, pela doação do cacau utilizado na elaboração deste trabalho.

Referências

- AFOAKWA, E. O. **Chocolate science and technology**. 2 ed. Chichester: Wiley-Blackwell, 2016.
- ARAUJO, W.D. *et al.* Modelagem matemática da secagem dos frutos de amendoim em camada delgada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 3, p. 448-457, jul-set, 2017.
- BECKETT, S. T. **The science of chocolate**. 2 ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2008. 240 p.
- BECKETT, S. T.; FOWLER, M. S.; ZIEGLER, G. R. **Beckett's Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 5 ed. Chichester: Wiley-Blackwell, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 23 de junho de 2008. Estabelece o Regulamento Técnico da Amêndoa de cacau. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, DF, 24 jun. 2008, seção 1, p.14.
- DE CARVALHO, C.G.P. *et al.* Avaliação e seleção de híbridos de cacau em Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 8, p. 1043-1051, ago. 2001.
- EFRAIM, P.; ALVES, A. B.; JARDIM, D. C. P. Revisão: Polifenóis em cacau e derivados: teores, fatores de variação e efeitos na saúde. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.14, n.3, p.181–201, 2011.
- EFRAIM, P. *et al.* Influência da fermentação e secagem de amêndoas de cacau no teor de compostos fenólicos e na aceitação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.142-150, 2010.
- FERREIRA, A. C. R. *et al.* **Guia de Beneficiamento de Cacau de Qualidade**. Ilhéus: Instituto Cabruca. 2013. 52 p.
- HENDERSON, S.M.; PABIS, S. Grain drying theory I. Temperature effect on drying coefficient. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.6, n.3, p.169-174, 1961.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físicos-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- LAGUNES-GALVEZ, S. *et al.* Study on the microflora and biochemistry of cocoa fermentation in the Dominican Republic. **International Journal of Food Microbiology**, v.114, p.124–130, 2007.
- LEWIS, L.W. The rate of drying of solid materials. **Industrial Engineering Chemistry**, v.13, n. 1, p. 427, 1921.
- PAGE, C. **Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin layers**. 1949. MS Thesis – Purdue University, West Lafayette, 1949.
- PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para pêrabartlett (*pyrus sp.*) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 73-77, 2001.

Capítulo 5

Partição de saponina de Quillaja em sistema aquoso bifásico

Ana Clara Rocha Caldeira*¹; Jonatas Ferreira Santana dos Santos²; Janaína Teles de Faria³

Resumo

A partição de saponina de *Quillaja* em sistema aquoso bifásico (SAB) composto por isopropanol e sulfato de amônio em diferentes concentrações e temperaturas foi avaliada usando metodologia de superfície de resposta (MRS). Os resultados mostraram que a saponina migrou preferencialmente para a fase superior rica em isopropanol ($k_p > 4,1$), indicando maior afinidade da molécula de surfactante pelo álcool. Um modelo polinomial de segunda ordem foi ajustado aos dados obtidos no delineamento de Box Behnken (p-valor $< 0,05$ e $R^2 = 88,80\%$), sendo verificados os efeitos significativos da composição do SAB, da interação entre concentração de álcool e temperatura e da contribuição quadrática desses dois fatores. A condição ótima para partição de saponina no SAB foi determinada (28,7 %m/m de isopropanol e 15,2 %m/m de sulfato de amônio, a 15,4 °C) e avaliada experimentalmente ($k_p = 10,3$).

Palavras-chave: Composição. Extração líquido-líquido. Temperatura. Superfície de resposta. Surfactante natural.

Introdução

Surfactantes naturais como as saponinas têm atraído atenção de diversos segmentos industriais. As saponinas são constituídas por um núcleo aglicona, triterpênico ou esteroidal, ligado a diferentes unidades de açúcares (BÖTTCHER; DRUSCH, 2017; DA SILVA, 2016). Devido à sua estrutura molecular diversificada, as saponinas possuem diferentes propriedades físico-químicas e biológicas (GOLEMANOV *et al.*, 2012) como atividades antimicrobiana, citotóxica, emulsificante e espumante, o que as tornam atrativas para as indústrias de alimentos, agrícola e farmacêutica (OSBOURN; GOSS; FIELD, 2011).

¹ Estudante de Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Estudante de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Docente do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

A *Quillaja saponaria* Molina é uma espécie vegetal utilizada comercialmente para extração de saponina, assim como a *Yucca schidigera* e *Saponaria officinalis*. Entretanto, a saponina de *Quillaja* é considerada segura (possui status GRAS) nos Estados Unidos, além de ser a única aprovada pela União Europeia para utilização na indústria alimentícia (BÖTTCHER; DRUSCH, 2017). O extrato de saponina de *Quillaja* é encontrado comercialmente com diferente grau de pureza (de 20 a mais de 97%), e podendo conter impurezas co-extraídas como os fenóis, taninos, açúcares e proteína (BÖTTCHER; DRUSCH, 2017; HE *et al.*, 2018).

Devido à co-extração de outras substâncias além das saponinas, processos de purificação são realizados para a obtenção de saponina de *Quillaja* mais pura. Diferentes técnicas sofisticadas e de alto custo têm sido utilizadas no processo de purificação de saponinas (HE *et al.*, 2018), o que onera o custo de produção.

O sistema aquoso bifásico (SAB) é uma técnica de extração líquido-líquido que vem ganhando destaque nos processos de extração e purificação de biomoléculas, por apresentar elevados graus de pureza e rendimento, mantendo a atividade biológica. Os SAB compostos por álcool de cadeia curta e sais inorgânicos apresentam vantagens como baixa viscosidade, baixa tensão superficial e menor custo, o que facilita os processos de escalonamento (WU *et al.*, 2011).

No entanto, antes de propor uma metodologia de purificação de saponina de *Quillaja* utilizando SAB é importante conhecer a distribuição dessa molécula no sistema em questão. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a partição de saponina de *Quillaja* em SAB composto por isopropanol e sulfato de amônio em diferentes temperaturas, bem como determinar, por meio da metodologia de superfície de resposta (MRS), as condições ótimas de processo para se obter maior coeficiente de partição de saponina de *Quillaja*.

Material e métodos

Materiais

Foram utilizados os seguintes reagentes químicos: isopropanol, sulfato de amônio, vanilina, ácido sulfúrico e saponina da casca de *Quillaja*. Água ultrapura foi utilizada em todos os experimentos.

Partição de saponina em sistema aquoso bifásico

SAB (massa total de 8 g) foram preparados com diferentes concentrações de sal e álcool pela pesagem de quantidades apropriadas de isopropanol, solução estoque de sulfato de amônio (25 %m/m) e água em tubos de centrífuga de 15 mL, de acordo com as condições determinadas pelo delineamento experimental (Tabela 1). 100 µL de saponina 30 mg/mL foram adicionados aos tubos, os quais foram homogeneizados e mantidos em repouso por 1 h em estufa BOD sob diferentes temperaturas (15, 25 e 35 °C) de acordo com o delineamento de Box Behnken. As fases superior e inferior foram cuidadosamente separadas e analisadas para determinação da concentração de saponina. O coeficiente de partição (k_p), definido como a razão entre as concentrações de antocianinas na fase superior e inferior, foi avaliado para cada sistema.

Determinação da concentração de saponina

A concentração de saponina foi determinada pelo método colorimétrico de vanilina-ácido sulfúrico, de acordo com o método de Dini, Tenore e Dini, (2009), com modificações. Misturou-se, em banho de gelo, 250 µL de amostra (fase superior ou inferior) e 250 µL de solução alcóolica de vanilina 8 %m/v, com posterior adição de 2 mL de ácido sulfúrico a 73,5 %v/v. A mistura foi homogeneizada, aquecida a 60 °C por 15 min e resfriada em banho de gelo por 10 min. Leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro a 550 nm. A concentração de saponina nas fases foi estimada a partir de curva padrão previamente realizada.

Delineamento experimental e análise estatística

Delineamento de Box-Behnken composto por 3 fatores (x_1 , concentração de isopropanol; x_2 , concentração de sulfato de amônio; x_3 , temperatura) em 3 níveis (codificados: -1, 0 e +1) e com 5 repetições no ponto central, totalizando 17 ensaios (Tabela 1), foi utilizado para analisar e otimizar o processo de partição de saponina nos SAB. Os dados experimentais foram analisados por meio de regressão polinomial de segunda ordem, representada pela Equação 1, para caracterizar as superfícies de respostas:

$$Y = A_0 + \sum_{i=1}^3 A_i x_i + \sum_{i=1}^3 A_{ii} x_i^2 + \sum_{i < j=1}^3 A_{ij} x_i x_j \quad (\text{Eq.1})$$

onde Y é a variável resposta (coeficiente de partição), A_0 é a constante, A_i , A_{ii} e A_{ij} são coeficientes linear, quadrático e de interação, respectivamente; e x_i e x_j são as variáveis independentes não codificadas.

O modelo obtido foi avaliado em termos da significância do modelo (p-valor < 0,05), coeficiente de determinação (R^2) e significância dos coeficientes (avaliada pelo teste t de Student, também ao nível de 5% de probabilidade). As análises estatísticas foram realizadas no *software* estatístico SAS University®. Gráficos do contorno das superfícies foram gerados no *software* Design Expert (versão *trial*).

Resultados e discussão

A partição de macromoléculas em SAB é normalmente influenciada por diversos parâmetros, os quais podem ser avaliados e otimizados. Os efeitos da composição dos sistemas (concentração de isopropanol e de sulfato de amônio) e da temperatura sobre o coeficiente de partição (k_p) de saponina em SAB foram avaliados segundo delineamento de Box Behnken. As respostas obtidas para as respectivas condições experimentais são apresentadas na Tabela 1.

Observa-se na Tabela 1 que o valor de k_p variou de 4,1 a 12,1, o que indica que a saponina migrou preferencialmente para a fase superior, rica em álcool. A maior concentração de saponina na fase superior pode estar associada à forte interação entre as moléculas de surfactante e isopropanol, que podem estabelecer ligações de hidrogênio e hidrofóbicas, uma vez que as moléculas de saponina de *Quillaja* são constituídas por triterpeno ligado a cadeias de açúcar contendo glicose, galactose, xilose, raminose, arabinose e ácido glucurônico (KEZWON; WOJCIECHOWSKI, 2014).

Os coeficientes de partição avaliados no presente estudo foram superiores aos valores máximos obtidos no estudo de Liang *et al.* (2019) com sistemas compostos por líquido iônico/sulfato de amônio ($k_p = 1,97$) e líquido iônico/fosfato monossódico ($k_p = 3,04$). Mas foram inferiores aos coeficientes de partição reportados por He *et al.* (2018) em seu estudo sobre extração de saponinas de *Panax ginseng* em SAB constituídos por diferentes líquidos iônicos e sais ($k_p > 100$).

Os dados experimentais foram avaliados por regressão múltipla, sendo obtido o seguinte modelo polinomial de segunda ordem (Equação 2):

$$k_p = 210,110 - 17,951x_1 + 1,467x_2 + 0,892x_3 - 0,056x_1x_3 + 0,369x_1^2 + 0,012x_3^2 \quad (\text{Eq. 2})$$

onde k_p é o coeficiente de partição de saponina, x_1 e x_2 são as concentrações (%m/m) de isopropanol e sulfato de amônio, respectivamente, e x_3 é a temperatura (°C).

Tabela 1 – Design experimental e resultados do delineamento de Box Behnken

Ensaio	Fatores e níveis codificados			Fatores e níveis reais			k_p
	x_1	x_2	x_3	x_1	x_2	x_3	
1	-1	-1	0	25,0	12,5	25	4,1
2	-1	1	0	25,0	15,5	25	9,5
3	1	-1	0	29,0	12,5	25	7,7
4	1	1	0	29,0	15,5	25	12,1
5	-1	0	-1	25,0	14,0	15	7,0
6	-1	0	1	25,0	14,0	35	10,5
7	1	0	-1	29,0	14,0	15	10,6
8	1	0	1	29,0	14,0	35	9,7
9	0	-1	-1	27,0	12,5	15	6,4
10	0	-1	1	27,0	12,5	35	5,9
11	0	1	-1	27,0	15,5	15	11,6
12	0	1	1	27,0	15,5	35	8,5
13	0	0	0	27,0	14,0	25	7,0
14	0	0	0	27,0	14,0	25	6,7
15	0	0	0	27,0	14,0	25	7,0
16	0	0	0	27,0	14,0	25	6,7
17	0	0	0	27,0	14,0	25	6,4

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: x_1 = %m/m isopropanol; x_2 = % m/m sulfato de amônio; x_3 = temperatura (°C).

A análise de variância do modelo ajustado é apresentada na Tabela 2, juntamente com a avaliação de seus coeficientes. A qualidade do ajuste do modelo foi verificada pela significância (p-valor < 0,05) da regressão e pelo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,8880$), que indica que a maioria das variações na variável resposta (k_p) pode ser explicada pelo modelo. Tal resultado pode também ser verificado pela comparação entre os valores de k_p experimental e predito pelo modelo, na Figura 1A, na qual a reta identidade ($y = x$) corresponde ao ajuste perfeito.

Pela análise dos coeficientes de regressão pelo teste t (Tabela 2), verificou-se que os termos lineares das concentrações de álcool e sal (x_1 e x_2 , respectivamente) foram significativos (p-valor < 0,05), assim como os termos quadráticos de concentração de álcool (x_1^2) e temperatura (x_3^2), e a interação entre concentração de álcool e temperatura ($x_1 \cdot x_3$). De acordo com a significância dos

coeficientes de regressão do modelo ajustado (Eq. 2), o fator com influência mais significativa sobre a partição de saponina em SAB foi a concentração de sal (x_2 , p-valor < 0,0001), seguida pelo termo quadrático da concentração de álcool (x_1^2 , p-valor < 0,01), pela concentração de álcool (x_1), pelo termo quadrático de temperatura (x_3^2) e pela interação entre a concentração de álcool e a temperatura ($x_1 \cdot x_3$). O termo linear de temperatura (x_3) foi não significativo (p-valor > 0,05), embora tenha permanecido na regressão para manter a hierarquia do modelo.

Tabela 2 – ANOVA e resultados do teste de significância para os coeficientes de regressão do modelo ajustado

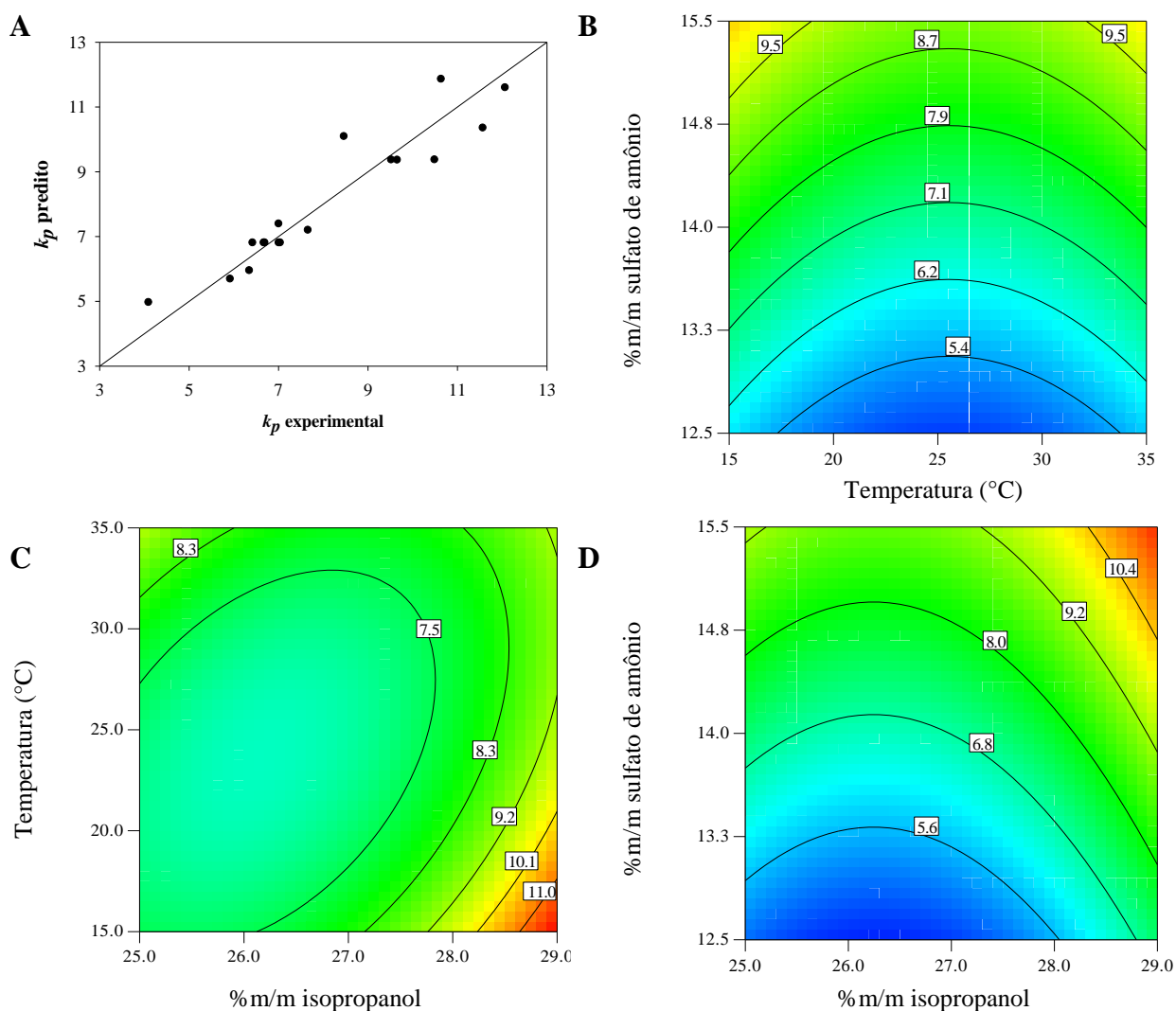
Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F-valor	p-valor
Regressão	6	11,68705	13,21	0,0003*
Resíduo	10	0,88455		
Total corrigido	16		$R^2 = 0,8880$	$R^2_{ajust} = 0,8208$
Coeficientes	Estimativa do coeficiente	Desvio padrão	t-valor	p-valor
<i>Intercepto</i>	210,110	84,780	2,48	0,0326*
x_1	-17,951	6,209	-2,89	0,0161*
x_2	1,467	0,222	6,62	<0,0001*
x_3	0,892	0,676	1,32	0,2164
$x_1 \cdot x_3$	-0,056	0,024	-2,38	0,0385*
x_1^2	0,369	0,114	3,22	0,0091*
x_3^2	0,012	0,005	2,65	0,0241*

Fonte: Dos autores (2019).

Nota: * significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Para melhor ilustrar o efeito combinado dos fatores sobre o coeficiente de partição de saponina, curvas de contorno da superfície gerada a partir do modelo ajustado são apresentadas na Figura 1B-D, na qual observa-se o efeito de um par de fatores, mantendo-se o terceiro fator fixo em seu nível médio (nível 0). Verifica-se que os valores de k_p aumentam significativamente: nos extremos de temperatura (15 e 35 °C) e maior concentração de sulfato de amônio (15,5 %m/m) em concentração média de isopropanol (27 %m/m) (Figura 1B); próximos à maior concentração de isopropanol (29 %m/m) e menor temperatura (15 °C) em concentração média de sulfato de amônio (14 %m/m) (Figura 1C); e próximos às maiores concentrações de isopropanol e de sulfato de amônio (29 e 15,5 %m/m, respectivamente) a temperatura média (25 °C) (Figura 1D).

Figura 1 – Resultados reais *versus* preditos (A) e curvas de contorno para o modelo ajustado (Eq. 2) a 27% m/m de isopropanol (B), 14 %m/m de sulfato de amônio (C) e 25 ° C (D).



A presença de termos quadráticos e de interação no modelo ajustado (Eq. 2) indica que a influência dos fatores avaliados sobre a partição de saponina em SAB não é uma relação linear simples. O aumento de k_p com aumento da concentração de isopropanol (Figura 1C e D) pode estar associado ao aumento da concentração de álcool na fase superior, que deve ter intensificado as interações atrativas (ligações de hidrogênio e hidrofóbicas) com as moléculas de saponina, favorecido sua distribuição na fase superior. Já o aumento de k_p com aumento da concentração de sulfato de amônio (Figura 1B e D) se deve ao efeito de *salting-out*, uma vez que mais íons competem com o surfactante pelas moléculas de água à medida que a concentração de sal aumenta (HE *et al.*, 2018). Como resultado, moléculas de isopropanol e saponina são transferidas da fase inferior para fase superior.

Com base no modelo ajustado (Eq. 2), a partição de saponina em SAB foi otimizada pela análise de superfície de resposta. A condição experimental ótima predita foi 28,7 %m/m de isopropanol, 15,2 %m/m de sulfato de amônio a 15,4 °C; a qual levaria a um coeficiente de partição de saponina máximo de 12,7. A verificação experimental foi realizada em triplicata sob a condição ótima predita, tendo sido obtido $k_p = 10,3 \pm 0,3$. O experimento de verificação indica que o modelo proposto em função da composição do sistema (concentrações de isopropanol e sulfato de amônio) e da temperatura do processo reflete razoavelmente a otimização desejada.

Conclusão

Saponina de *Quillaja* migrou preferencialmente para fase rica em álcool, resultando em coeficientes de partição superiores a 4,1 nas diferentes condições avaliadas. A partição do surfactante nos sistemas foi influenciada pela composição do sistema e pela interação entre a concentração de álcool e a temperatura. A significância do modelo ajustado e dos coeficientes de regressão (p-valor < 0,05), e o coeficiente de determinação do modelo ($R^2 = 88,80\%$) indicam que a equação ajustada foi adequada para prever o coeficiente de partição de saponina dentro dos intervalos de composição e temperatura avaliados. A validação realizada sob as condições ótimas (28,7 %m/m de isopropanol, 15,2 %m/m de sulfato de amônio a 15,4 °C) resultou em coeficiente de partição experimental igual a $10,3 \pm 0,3$ (média \pm desvio, n = 3), sendo o valor de partição predito pelo modelo matemático igual a 12,6, indicando que o modelo obtido reflete razoavelmente a otimização desejada.

Agradecimentos

À PRPq/UFMG pelo apoio financeiro e à FAPEMIG pela bolsa de iniciação científica.

Referências

- BÖTTCHER, Sandra; DRUSCH, Stephan. Saponins — Self-assembly and behavior at aqueous interfaces. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 243, p. 105–113, 2017.
- DA SILVA, Caroline Gracia Finkler. **Estudo de técnicas de extração de saponinas do fruto de erva mate** (*Ilex paraguariensis* St. Hill). p. 107, 2016.
- DINI, Irene; TENORE, Gian Carlo; DINI, Antonio. Saponins in *Ipomoea batatas* tubers: Isolation, characterization, quantification and antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 113, n. 2, p. 411–419, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.053>. Acesso em: 15 maio.2019.
- GOLEMANOV, Konstantin *et al.* Surface shear rheology of saponin adsorption layers. **Langmuir**, v. 28, n. 33, p. 12071–12084, 2012.

- HE, Ai *et al.* Extraction of bioactive ginseng saponins using aqueous two-phase systems of ionic liquids and salts. **Separation and Purification Technology**, v. 196, p. 270–280, 2018.
- KEZWON, Aleksandra; WOJCIECHOWSKI, Kamil. Interaction of Quillaja bark saponins with food-relevant proteins. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 209, p. 185–195, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cis.2014.04.005>. Acesso em: 26 maio.2019.
- LIANG, Qing *et al.* Extraction and Separation of Eight Ginsenosides from Flower Buds of Panax Ginseng Using Aqueous Ionic Liquid-Based Ultrasonic-Assisted Extraction Coupled with an Aqueous Biphasic System. **Molecules**, v. 24, n. 4, p. 778, 2019.
- OSBOURN, Anne; GOSS, Rebecca J M; FIELD, Robert A. The saponins-polar isoprenoids with important and diverse biological activities. **Natural Product Reports**, v. 28, n. 7, p. 1261–1268, 2011.
- WU, Xiangyang *et al.* Aqueous two-phase extraction, identification and antioxidant activity of anthocyanins from mulberry (*Morus atropurpurea* Roxb.). **Food Chemistry**, v. 129, n. 2, p. 443–453, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.097>. Acesso em: 26 maio.2019.

Capítulo 6

Purificação das proteínas β -lactoglobulina (β -lg) e α -Lactoalbumina (α -La) do soro bovino por adsorção em carvão ativado sintetizado a partir do resíduo da pupunha

Miriam Santos Pachêco de Lima*¹, Jessica Ferreira Borges², Malu de Andrade Marques³, Mylena Junqueira Pinto Brito⁴, Evaldo Cardozo de Souza Júnior⁵, Cristiane Martins Veloso⁶

Resumo

Neste trabalho foi avaliado a adsorção das proteínas do soro do leite, β -lactoglobulina (β -lg) e α -Lactoalbumina (α -La), por adsorção em carvão ativado (CA) sintetizado a partir das bainhas da pupunha. O CA utilizado foi preparado pelo método de ativação química usando ácido fosfórico como agente ativante. A carbonização foi realizada em forno mufla na temperatura de 500°C por um período de 75 min. O carvão sintetizado foi caracterizado em relação às características texturais e ponto de carga zero. A avaliação da capacidade adsortiva do carvão foi determinada por meio do estudo do efeito do pH do meio reacional. Para ambas as proteínas a melhor capacidade adsortiva foi alcançada em pH 5 evidenciando que as interações proteína-adsorvente além de serem influenciadas por forças eletrostáticas, são também determinadas por interações hidrofóbicas e de Van der Waals. O adsorvente obtido a partir das bainhas de pupunha possui potencial para ser empregado como alternativa promissora para o fracionamento das proteínas do soro.

Palavras-chave: Adsorventes. Fracionamento. Resíduos agroindustriais.

Introdução

O soro de leite é um resíduo que apresenta com grande potencial nutricional e vantagens comerciais. É um coproduto gerado pela indústria láctea após a coagulação da caseína, variando suas características de acordo com a qualidade do leite e o tipo de processamento, sendo reconhecido como um dos ingredientes mais versáteis da indústria de alimentos (COSTA *et al.*, 2016).

Em termos quantitativos o soro é composto por aproximadamente 94% de água, 4 a 5% de lactose, 0,7 a 0,8 % de minerais e 0,8 a 1% de proteínas das quais se destacam as hidrossolúveis beta-

^{1,2,3}Graduanda do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

⁴Doutoranda em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

⁵Professor Assistente da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Departamento de Tecnologia Rural e Animal

⁶Professora Titular da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Departamento de Ciências Naturais

lactoglobulina (β -Lg) e alfa-lactoalbumina (α -La) (SERPA; PRIAMO; REGINATT, 2009). A β -lg representa 10% do total de proteínas encontradas no leite e 50% do total de proteínas encontradas no soro do leite bovino, possuindo 582 resíduos de aminoácidos em sua estrutura e médio peso molecular o que lhe confere resistência à ação de ácidos e enzimas proteolíticas. Já a α -La contém maior teor de triptofano entre todas as fontes protéicas alimentares e é precursora da biossíntese de lactose no tecido mamário que além de possuir a capacidade de se ligar a certos minerais, como cálcio e zinco, apresenta atividade antimicrobiana contra bactérias patogênicas, como a *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella pneumoniae* (LONNERDAL, 2003).

O desenvolvimento de métodos capazes de fracionar, sem modificar as proteínas do soro pode contribuir para a recuperação desse valioso nutriente (OLIVEIRA *et al.*, 2015). A adsorção como tratamento terciário e operação química de separação vem sendo utilizada como forma de tratamento de efluentes de diferentes naturezas. Este mecanismo consiste na tendência das moléculas da fase fluida denominado adsorvato em adsorver à interface de um sólido denominado adsorvente, através de interações intermoleculares espontâneas, diretamente relacionadas com a natureza do material precursor. Para tanto, podem ser utilizados distintos adsorventes, dentre os quais se destacam os carvões ativados (OLIVEIRA, 2014).

O carvão ativado é um material que apresenta uma ampla área superficial e sua estrutura contém diversos grupos funcionais que o enquadra como um bom adsorvente (OLIVEIRA, 2014).

A adsorção de compostos orgânicos em carvão ativado (CA) é uma das tecnologias mais importantes utilizadas para tratamento de efluentes industriais, visto que o mesmo é um adsorvente microporoso que pode ser obtido de uma variedade de materiais carbonáceos cujo potencial é proveniente da alta área superficial e da presença de uma variedade de grupos funcionais em sua superfície. Sua estrutura é basicamente constituída por uma base grafítica em que os vértices e as bordas podem acomodar uma série de elementos que se apresentam como grupos funcionais (GUILARDUC *et al.*, 2006).

Apesar de apresentar-se como um eficiente adsorvente, o alto custo do carvão ativado muitas vezes limita seu uso. Neste contexto, surge a necessidade de buscar materiais alternativos de baixo custo para sua produção. A pupunha é oriunda de palmeira nativa da Amazônia com grande utilidade industrial principalmente na Região Norte e Sudeste do Brasil, têm como principal resíduo as suas bainhas que são descartadas durante o processamento da pupunha e não possuem valor econômico agregado, tornando-se uma alternativa para síntese de carvão ativado. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo a síntese de carvão ativado utilizando a bainha da pupunha como material

precursor de carbono e aplicar o adsorvente obtido no processo de purificação por adsorção das proteínas β -lactoglobulina (β -lg) e α -Lactoalbumina (α -La) do soro de leite.

Material e métodos

O resíduo agroindustrial da pupunha foi seco naturalmente, triturado em moinho de facas e logo depois peneirado em peneira de 48 mesh para obter distribuição granulométrica uniforme.

O farelo obtido foi impregnado com o agente ativante ácido fosfórico (H_3PO_4) numa proporção de 3:1, a mistura foi submetida à estufa a temperatura de $105^\circ C$ por um período de 24 h. A carbonização do material foi realizada em forno mufla, com taxa de aquecimento de $5^\circ C \cdot min^{-1}$ até $500^\circ C$ permanecendo nesta temperatura por 75 min sob fluxo de nitrogênio ($50 \text{ ml} \cdot min^{-1}$). Após a carbonização o carvão ativado obtido foi lavado com água a temperatura entre 40 a $50^\circ C$ até a água de lavagem atingir o pH 7 e seco em estufa a $105^\circ C$ durante 24 h.

A determinação da área superficial específica do carvão foi feita pelo do método de Brunauer–Emmett–Teller, BET. Esta técnica se baseia na adsorção gasosa, sendo o gás nitrogênio adsorvido por uma amostra sólida sob temperatura controlada de 77 K no equipamento Micromeritics modelo ASAP 2420. A distribuição de poros foi obtida a partir da isoterma de dessorção utilizando o método BJH, enquanto que o volume dos microporos foi determinado pela análise *t-plot* a partir da isoterma de adsorção. Para a determinação do ponto de carga zero 50 mg da amostra de carvão ativado foram misturadas com 50,00 mL de uma solução de NaCl $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ em diferentes valores de pH (1-11) e deixados sob agitação constante (em agitador orbital) durante 24 h. O pH de cada solução foi ajustado com solução de HCl ou NaOH $0,50 \text{ mol L}^{-1}$. Ao final das 24 h o pH final foi medido e construído o gráfico, onde o ponto de carga zero corresponde à faixa onde o pH final se mantém constante. O carvão ativado obtido foi caracterizado em relação ao teor de cinzas segundo a metodologia proposta pela AOAC (1995).

Para avaliar o efeito do pH sobre o processo de adsorção das proteínas, β -lactoglobulina (β -lg) e α -Lactoalbumina (α -La) aproximadamente 25 mg do carvão ativado foram adicionados a tubos contendo 5 mL da solução de cada proteína, na concentração de $500 \text{ mg} \cdot L^{-1}$, e o ajuste do pH foi realizado com adição de solução tampão fosfato de potássio (20 mM) para os valores de pH 5,0; 7,0 e 9,0. Os tubos foram colocados sob agitação constante de 20 rpm (em agitador orbital) por 2 h sob temperatura ambiente, em seguida levados para centrifugação por 15 min. A quantificação das proteínas foi realizada por leitura direta do sobrenadante em espectrofotômetro no comprimento de onda de 280 nm, de acordo com metodologia proposta por Pereira *et al* (2014).

Resultados e discussão

O carvão sintetizado foi caracterizado em relação às características texturais e ponto de carga zero (pH_{PCZ}). As propriedades texturais são de extrema importância num processo de adsorção, uma vez que, a estrutura porosa limita a dimensão das moléculas que podem ser adsorvidas. A Tabela 1 apresenta o resultado da análise de propriedades texturais do carvão produzido, é possível observar que o carvão possui uma estrutura de poros mista, constituída de mesoporos e microporos, e seu diâmetro permitem classificá-lo como carvão mesoporoso de acordo dimensões da IUPAC (SANTOS *et al.*,2016). O mecanismo de ativação com ácido fosfórico vem sendo apontado como um contribuinte para o aumento do volume da estrutura de carbono, uma vez que esse vínculo é baseado na inserção de moléculas de ácido fosfórico entre as cadeias de celulose, separando-os ainda mais.

Tabela 1 – Propriedades texturais do carvão ativado sintetizado

Amostra	$S_g(m^2/g)$	$D_p(nm)^a$	$V_{meso}(cm^3/g)$	$V_{Micro}(cm^3/g)$
Carvão ativado	1212	6,61	0,942	0,095

Fonte: Dos autores, 2019.

O ponto de carga zero (pH_{PCZ}) é considerado como o valor onde o material atua com carga superficial neutra. O carvão apresentou ponto de carga zero de 4.3, dessa forma em soluções com pH abaixo do ponto de carga zero a superfície do carvão ativado é protonada, favorecendo a adsorção de compostos com carga negativa, e conseqüentemente é desprotonada em pH acima, favorecendo o comportamento oposto (VIEIRA *et al.*, 2010).

Os resultados obtidos para os testes adsortivos das proteínas e α -Lactoalbumina (α -La) e β -lactoglobulina (β -lg) no carvão ativado em soluções com diferentes valores de pH são apresentados na Tabela 2. A influência do pH no processo de adsorção de proteínas está associada ao ponto isoelétrico da proteína, e conseqüentemente à sua carga líquida em diferentes valores de pH. Como é possível observar nos três valores de pH avaliados houve adsorção para ambas as moléculas, entretanto em pH 5 foram obtidos os maiores valores de capacidade adsortiva. Esse valor de pH é o mais próximo do ponto isoelétrico das proteínas e do pH_{PCZ} do carvão, evidenciando que as interações proteína-adsorvente além de serem influenciadas por forças eletrostáticas, são também determinadas por interações hidrofóbicas e de Van der Waals (SGARBIERI, 2005).

Tabela 2 – Capacidade adsortiva (q) e eficiência de adsorção (efic) das proteínas β -lactoglobulina (β -lg) e α -Lactoalbumina (α -La) no carvão ativado, após 24 h de teste a temperatura ambiente com variação do pH

Proteína	pH	q (mg.g ⁻¹)
β -lg	5.0	95.19 \pm 1,78
β -lg	7.0	52.30 \pm 0,16
β -lg	9.0	42.47 \pm 1,21
α -La	5.0	93.62 \pm 0,72
α -La	7.0	81.81 \pm 5,07
α -La	9.0	67.08 \pm 1,98

Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusão

Pode-se concluir acerca deste estudo que as bainhas de pupunha são uma alternativa para síntese de carvão ativado, tornando-se uma nova fonte renovável de carbono. Os testes adsortivos realizados mostraram que a maior capacidade adsortiva do carvão para ambas as proteínas foi alcançada em pH 5 e que o carvão produzido possui capacidade para ser empregado na separação da proteína do soro do leite tornando o seu uso uma alternativa promissora.

Referências

- AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995.
- COSTA, J.A; RODRIGUES, A. M. D; SANTOS, J. T. O; ALENCAR, A. C; PIRES, R. M. C.; NÓBREGA, M. M. G.; MAURATORI, M. C. S. **Avaliação microbiológica e sensorial de doce em pasta elaborado com soro do leite e pendúculo do caju**. *Acta Veterinaria Brasílica*, v.10, n.1, p.9-15, 2016.
- GUILARDUC, V. V. S; MESQUITA, J. P. ; MARTELLI, P. B.; GORGULHO, H. F. **Adsorção de fenol em meio alcalino sobre carvão ativado em meio alcalino**, Minas Gerais, p. 1, 2006.
- LONNERDAL B. **Nutritional and physiologic significance of human milk proteins**, 2003.
- OLIVEIRA, M. S.C. Utilização do carvão ativado na absorção de lactose e proteínas do soro do leite, Itapetinga, p. 13-14, 2014.
- OLIVEIRA, T. P.; BORGES, J. F.; MONTEIRO, K. A.; BRITO, M. J. P.; VELOSO, C. M.; SILVA, T. B. **Adsorção de Albumina do Soro de Leite Bovino (BSA) em Carvão Ativado obtido a partir do caroço do cajá**, São Paulo, 2015.
- PEREIRA, R. G.; VELOSO, C. M.; DA SILVA, N. M.; DE SOUSA, L. F.; BONOMO, R. C. F.; DE SOUZA, A. O.; DA GUARDA, M. O; FONTAN, R. D. C. I. **Preparation of activated carbons**

from cocoa shells and siriguela seeds using H₃PO₄ and ZnCL as activating agents for BSA and α -lactalbumin adsorption. *Fuel Processing Technology* 126, 476-486. 2014.

SANTOS, A. V.; VIANA, M.M.; MEDEIROS, F.H.A.; MOHALLEM, N.D.S. O incrível mundo dos materiais porosos – Características, propriedades e aplicações. ***Química Nova Escola*, v.38, n.1, p.4-11,2016.**

SERPA,L.; PRIAMO, W. L.; REGINATT, V. Destino Ambientalmente Correto a Rejeitos de Queijaria e Análise de Viabilidade Econômica. **Key elements for asustainable world: energy, water and climate change**, São Paulo, v. 20, p. 22, 2009.

SGARBIERI, V.C. Revisão: Propriedades Estruturais de Físico-Químicas das Proteínas do Soro do Leite. ***Brasilian Journal of Food Technology***, v.8, n.1, p.43-56, 2005.

VIEIRA, A.P.; SANTANA, S.A.; BEZERRA, C.W.; SILVA, H.A.; DE MELO, J.C.; DA SILVA FILHO, E.C.; AIROLDI, C. Copper sorption from aqueous solutions and sugar cane spirits by chemically modified babassu coconut (*Orbignyaspeciosa*) mesocarp. ***Chemical Engineering Journal***, 161, 99-105, 2010.

Capítulo 7

Síntese de Carvão Ativado a partir de Resíduos Proveniente de Fermentação em Estado Sólido

Lucas Silva de Sousa *¹; Mateus Pereira Flores Santos²; Monique Costa Barbosa ¹; Evaldo Cardozo de Souza júnior ², Cristiane Martins Veloso ³, Vanessa Santos Sampaio ²

Resumo

O crescente desenvolvimento populacional tem levado a agroindústria a expandir seus horizontes no intuito de suprir a demanda por alimentos e por consequência, acaba contribuindo no aumento da geração de resíduos, tendo o seu poder de impacto ao meio ambiente aumentado quando descartados de forma inapropriada. Portanto, sendo necessárias técnicas de tratamento que possibilitam a estabilização da matéria orgânica presente nos resíduos, bem como o preparo deste para outros processos. Dentre os métodos utilizados está a fermentação em estado sólido, que pode ser aplicado na biotransformação de resíduos agroindustriais em produtos de alto valor comercial. Assim, este trabalho objetivou a síntese de carvão ativado a partir de resíduos fermentados avaliando a influência do tempo fermentação nas características do carvão ativado. Foi possível obter os carvões ativados a partir das cascas de amendoim após diferentes dias de fermentação, sendo estes detentores de diferentes características. De maneira geral foi possível obter um aumento na área superficial dos carvões frente o aumento do tempo de fermentação.

Palavras-chave: Caracterização Físico-química. Casca de Amendoim. Reaproveitamento de resíduos.

Introdução

A constante busca pelo desenvolvimento sustentável tem levado a grandes mudanças nos sistemas de produção mundial, tendo reflexo ao longo de toda cadeia produtiva. Estas mudanças estão comprometidas diretamente com a deslinearização da utilização dos recursos naturais e a promoção

¹ Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

² Doutorando em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

³ Professora do Programa de Pós-graduação de Engenharia e Ciência de Alimentos (PPGECAL), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

do reuso como forma de reinserção destes materiais ao seu ciclo de origem e/ou a minimização de impactos gerados (CARVALHO; PISANO, 2017).

Por sua vez, o Brasil apresenta-se com grande potencial no cenário produtivo tendo em seu território grandes áreas destinadas à produção de alimentos e desta forma a contribuição direta com um dos principais seguimentos geradores de resíduos. Deste modo, a atuação no controle e tratamento de resíduos deve ser aplicada de forma constante e de maneira cada vez mais eficaz como forma de se atingir o equilíbrio entre produção e sustentabilidade (ROCHA, 2010; CARVALHO; PISANO, 2017).

Dentre as técnicas utilizadas, a fermentação em estado sólido vem sendo adotada como um dos meios de aproveitamento de resíduos agroindustriais, onde a matéria orgânica e nutrientes presentes no resíduo são convertidos em produto de alto valor comercial ou matéria-prima de outros processos. Embora não se tenha neste tipo de fermentação uma redução significativa nos impactos gerados, este processo pode ser utilizado como pré tratamento e posteriormente associada com outros procedimentos que auxiliem na gestão final destes resíduos, como a síntese de carvões ativados, que se destaca como tratamento alternativo e encontra neste tipo de material a presença de elementos fundamentais para síntese, como lignina, celulose, e hemicelulose como principais fontes de carbono, além de serem provenientes de fontes renováveis, o que proporciona o melhor equilíbrio entre custo/benefício quando comparado a materiais precursores convencionais (PRADO, 2010; CARVALHO; PISANO, 2017).

Desse modo, o objetivo deste trabalho consistiu no estudo de síntese de carvão ativado proveniente de resíduos de fermentação em estado sólido, com o intuito de avaliar se o processo de fermentação possui influência em características do carvão.

Material e métodos

A síntese do carvão ativado foi feita utilizando os resíduos de cascas de amendoim provenientes da fermentação em estado sólido da produção de lipase, sendo coletados os resíduos de diferentes tempos de fermentação, sendo eles o tempo: 0 dias (Controle), 1 dia (CARF1) e 3 dias (CARF3).

Os carvões ativados foram preparados utilizando a metodologia de ativação química utilizando ácido fosfórico como agente ativante. Os materiais precursores foram impregnados com ácido fosfórico (VETEC 85% PA) na razão de impregnação de 1,5:1 (massa de ativante/massa do precursor) e secos em estufa a 105 °C por 48 h. Após este período os mesmos foram carbonizados a

500 °C (taxa de aquecimento de 5 °C.min⁻¹), sob fluxo de nitrogênio (50 mL.min⁻¹) durante 1 h. Após a carbonização os carvões ativos foram lavados com água até o ponto de neutralização. As amostras lavadas foram secas a 105 °C por 24 h e acondicionadas em embalagens herméticas e posteriormente caracterizados.

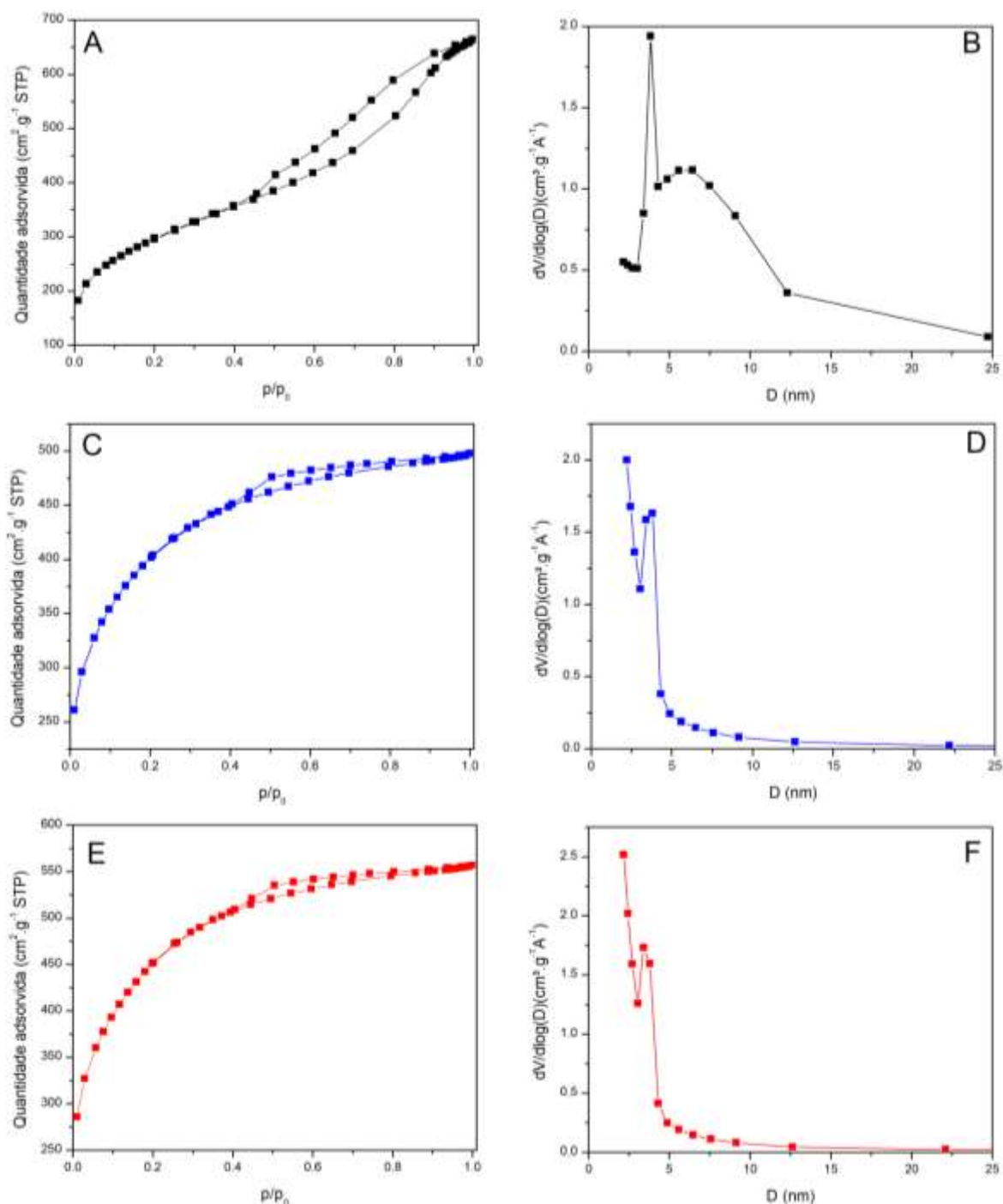
Os materiais obtidos foram caracterizados, a fim de comparação das amostras feitas com os resíduos fermentado e do resíduo não fermentado, de acordo com seus grupos funcionais através da espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR). As isotermas de adsorção e dessorção dos carvões ativados foram obtidas em equipamento Micromeritics (modelo ASAP 2420) e a área superficial específica determinada pela equação de BET (BRUNAUER; EMMET; TELLER, 1938). A distribuição de poros foi obtida a partir da isoterma de dessorção pelo método BJH (BARRET; JOYNER; HALENDA, 1951), enquanto que o volume dos microporos foi determinado pela análise t-plot a partir da isoterma de adsorção (LIPPENS; LINSEN; BÔER, 1964).

Resultados e discussão

Após a síntese, os carvões foram caracterizados de acordo com suas propriedades texturais. As isotermas de adsorção/dessorção de nitrogênio para os carvões ativados estão apresentadas na Figuras 1-A (controle), 1-C (CARF1) e 1-E (CARF3). De acordo com sua forma, estas podem ser classificadas como isotermas do tipo IV característica de materiais mesoporosos (IUPAC 1982). Tal isoterma exibe um loop de histerese, ou seja, as curvas de adsorção e dessorção são diferentes não existindo a reversibilidade no processo. As isotermas do tipo IV estão frequentemente associadas a materiais porosos, conforme observado para todos os carvões sintetizados.

Analisando a distribuição dos poros nos carvões obtidos (Figuras 1-B (controle), 1-D (CARF1) e 1-F (CARF3)), pode-se observar uma redução do volume de mesoporos dos carvões sintetizados a partir dos resíduos fermentados em relação ao carvão sintetizado com resíduos não fermentados, principalmente na faixa de 5 a 10 nm. Ainda com relação à distribuição de poros, observa-se que os carvões CARF1 e CARF3 apresentaram um maior volume e distribuição de microporos, na faixa entre 2 e 4 nm e uma tendência de formação de poros menores que 2 nm.

Figura 1 – Isotermas de adsorção do nitrogênio e distribuição de poros dos carvões ativados sintetizados a partir de resíduos de fermentação: Controle (A e B), CARF1 (C e D) e CARF3 (E e F), respectivamente.



Fonte: Dos autores, 2019.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das propriedades texturais dos carvões: área total (S_g), Diâmetro de poros (D_p), Volume de meso (V_{meso}) e microporos (V_{micro}).

Tabela 1 – Análise Textural dos carvões ativados sintetizados de resíduos de fermentação em estado sólido de diferentes tempos.

Tratamentos	Sg (m ² /g)	Dp (nm) ^a	V _{meso} (cm ³ /g)	V _{micro} (cm ³ /g)
Controle	1056	5,1424	0,8028	0,0922
CARF1	1419	1,5578	0,2727	0,1941
CARF3	1608	1,4931	0,3157	0,2017

Fonte: Dos autores, 2019.

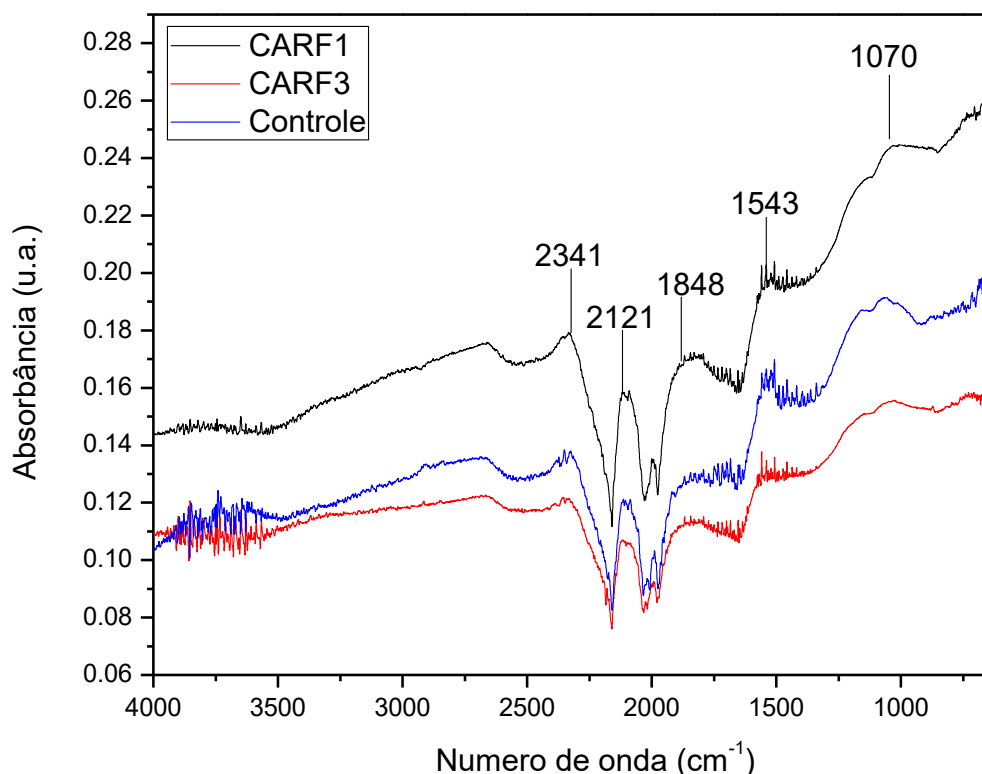
Nota: ^a Máximo da distribuição de tamanho de poros;

Com os dados da análise textural podemos observar que o material precursor submetido a maior tempo de fermentação gerou carvões ativados com maior área superficial, devido ao aumento do número de microporos na sua estrutura. Além do aumento da área superficial ocorreu uma redução no diâmetro de poros, esta redução pode estar associada com a fermentação, uma vez que os fungos ali presentes ao crescerem secretam enzimas que quebram as fibras do material, ou seja, reduzem partes da estrutura lignocelulósica em estruturas menores e conseqüentemente mais expostas, facilitando assim o ataque ácido durante a ativação e carbonização, ocasionando assim uma maior formação de microporos durante a síntese do carvão ativado (ROCHA, 2010).

De acordo com Ismanto *et al.* (2010) o aumento no volume de poros e a formação de microporos em carvões ativados está associado à interação dos grupos hidroxila da lignina, presentes na biomassa, com o ácido fosfórico que promove a despolimerização, desidratação e redistribuição dos biopolímeros constituintes, favorecendo a conversão de compostos alifáticos em compostos aromáticos, além de formar as ligações de fosfato.

Com base nos dados obtidos na análise de FTIR (Figura 2) nota-se que os carvões sintetizados a partir dos resíduos fermentados mantiveram os mesmos grupos funcionais da amostra sem fermentar, havendo apenas alterações de intensidade do mesmo, indicando que a fermentação não interfere nos grupos superficiais do carvão ativado. Dentre os grupos apresentados, destacam-se os comprimentos de onda: 2341 cm⁻¹, atribuído ao grupo metil (C-H); 2121 cm⁻¹, relacionado ao estiramento do grupo carbono-oxigênio; 1848 cm⁻¹ e 1543 cm⁻¹, referentes ao alongamento C=O e C=C presentes em materiais carbonáceos, assim como, o pico em 1070 cm⁻¹ atribuído as ligações iônicas P⁺-O⁻ em ésteres de fosfato, relacionados ao agente ativante, ácido fosfórico, utilizado na ativação dos materiais precursores (PEREIRA *et al.*, 2014).

Figura 2 – Espectro de FTIR dos carvões ativados sintetizados a partir de resíduos de fermentação (Controle, CARF1 e CARF3).



Fonte: Dos autores, 2019.

O aumento de intensidade pode ser observado no carvão sintetizado a partir do resíduo fermentando por 1 dia (CARF1), ou seja, o curto período de fermentação implicou em uma pequena degradação dos constituintes presentes na casca do amendoim, ocorrendo apenas a lise parcial destes constituintes, o que resulta em um maior teor de carbono presente no material e consequentemente na estrutura do carvão. Além disso, estes materiais lignocelulósicos sofreram maior ataque ácido durante as etapas de síntese do carvão, aumentando assim a intensidade dos grupos fosfatos. Já o carvão sintetizado a partir da casca de amendoim fermentada por 3 dias (CARF3), apresentou uma redução na intensidade dos grupos superficiais, o qual pode estar relacionado com a quebra acentuada dos constituintes do material precursor, resultando em grupos funcionais de menor intensidade. De acordo com Santos (2018), estes grupos formados na superfície do carvão ativado estão diretamente ligados ao tipo de ativação e ao seu agente ativante, neste caso o Ácido fosfórico. Além disso ressalta que, alterações aos compostos lignocelulósicos bem como a sua composição são sujeitos a promover apenas alterações nas características texturais de forma semelhante as apresentadas anteriormente.

Conclusão

Conclui-se que a casca de amendoim após sua fermentação pode ser utilizada como material precursor na síntese de carvões ativados, gerando carvões com características similares aos carvões sintetizados a partir de resíduos lignocelulósicos, dando a estes resíduos fermentados uma opção de aproveitamento sem que os mesmos sejam descartados. Observa-se que fermentação não causou alterações nos grupos funcionais da superfície do material, ocasionando apenas alterações nas características físicas do carvão como o aumento da área superficial dos carvões ativados com o aumento do tempo de fermentação dos mesmos.

Agradecimentos

A FAPESB, UESB e CAPES pela concessão da bolsa, ao Laboratório de Engenharia de Processos, e a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Referências

- BARRET, E. P., JOYNER, L. G., HALENDA, P. P., The determination of pore volume and area distributions in porous substances. I. Computations from nitrogen isotherms, **Journal of The American Chemical Society**, v.73, 373-380, 1951.
- BRUNAUER, S., EMMET, P. H., TELLER, E., Adsorption of Gases in multimolecular layers, **Journal of The American Chemical Society**, v.60, 309-319, 1938.
- CARVALHO, C. P., PISANO, L. C., Livestock Waste: an Evaluation in the Food Industry in the City of Bauru-SP. **Ensaio Cienc: Cienc. Biol. Agrar. Saúde**, v.21, n. 2, p. 105-109, 2017.
- ISMANTO, A. E., WANG, S., SOETAREDJO, F. E., ISMADJI S. Preparation of Capacitor's Electrode From Cassava Peel Waste. **Bioresource Technology**. v.101, p. 3534-40, 2010.
- IUPAC: União Internacional de Química Pura e Aplicada. **Reporting Physisorption data for gás/solid systems**. v.54, p. 2201-2218, 1982.
- LIPPENS, B. C., LINSEN, B. G., BÔER, J. H., Studies on pore systems in catalysts I. The adsorption of nitrogen; apparatus and calculation, **Journal of Catalysis**, v.3, 32-37, 1964.
- PEREIRA, R. G., VELOSO, C. M., DA SILVA, N. M., DE SOUSA, L. F., BONOMO, R. C. F., DE SOUZA, A. O., DA GUARDA, M. O & FONTAN, R. D. C. I. Preparation of activated carbons from cocoa shells and siriguela seeds using H₃PO₄ and ZnCl₂ as activating agents for BSA and α -lactalbumin adsorption. **Fuel Processing Technology**, 126, 476-486. 2014.
- PRADO, R. G.; **Produção de carvão ativado a partir do resíduo de candeia – *Eremanthus erythropappus***: uso como suporte do catalisador H₃PMo₁₂O₄₀ em reações de esterificação. 2010. 117 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- ROCHA, C. P. **Otimização da produção de enzimas por *Aspergillus niger* em fermentação em estado sólido**. 2010. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

SANTOS, M. P. F. **Carvão ativado:** influência das características químicas do precursor de carbono nas suas propriedades e aplicação na imobilização da pepsina. 2018. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2018.

Capítulo 8

Avaliação preliminar da partição de surfactante natural em sistema aquoso bifásico

Jonatas Ferreira Santana dos Santos^{*1}; Ana Clara Rocha Caldeira²; Janaína Teles de Faria³

Resumo

Este trabalho objetivou realizar uma avaliação preliminar da partição da saponina de *Quillaja* em sistema aquoso bifásico (SAB) composto por isopropanol e sulfato de magnésio em diferentes temperaturas. O efeito da composição e da temperatura sobre o coeficiente de partição do biossurfactante foi avaliado por meio da metodologia de superfície de resposta segundo delineamento de Box-Behnken. Coeficientes de partição entre 4,9 a 12,9 foram obtidos, indicando maior afinidade do biossurfactante pelo álcool. Verificou-se o efeito significativo da composição do SAB e temperatura sobre esse parâmetro de partição. A análise de superfície de resposta a partir do modelo obtido indicou que as melhores condições para partição de saponina são 21 a 22 %m/m de isopropanol, 13,5 a 14 %m/m de sulfato de magnésio e 27 a 35 °C de temperatura.

Palavras-chave: Biossurfactante. Box-Behnken. Extração líquido-líquido. Saponina de *Quillaja*. Superfície de resposta.

Introdução

Um surfactante natural que vem sendo bastante estudado nos últimos anos devido a sua ampla gama de atividades biológica e funcional é a saponina (YENDO *et al.*, 2010), as quais são encontradas em uma grande variedade de plantas e algumas espécies de animais marinhos (WOJCIECHOWSKI *et al.*, 2014). Uma das principais fontes de saponina para uso industrial e biotecnológico é a casca da *Quillaja saponaria* Molina, espécie nativa do Chile (RUIZ *et al.*, 2017).

A saponina da casca de *Quillaja* tem sido utilizada na indústria de alimentos como agente espumante em bebidas e agente emulsificante em produtos emulsionados, sendo sua utilização facilitada pela aprovação para consumo humano em países como EUA e Japão e pela União Europeia (WOJCIECHOWSKI *et al.*, 2014).

¹ Estudante de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Estudante de Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Docente do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

Os extratos comercializados da saponina de *Quillaja* geralmente contêm uma grande variedade de outras substâncias que são coextraídas juntamente com as saponinas, como oligossacarídeos, vitaminas, proteínas, peptídeos e aminoácidos. A coextração de outras substâncias diferentes da saponina leva à necessidade de processos de purificação a fim de se obterem extratos dessa saponina com maior índice de pureza. Diferentes técnicas cromatográficas e de adsorção em leito expandido e resina macro porosa têm sido aplicadas para separar as saponinas dos contaminantes (HE *et al.*, 2018). No entanto, alguns processos/métodos inevitavelmente acabam onerando os custos de produção por consumirem grande quantidade de solventes orgânicos e necessitarem de equipamentos sofisticados.

Os sistemas aquosos bifásicos (SAB) têm se destacado como uma importante tecnologia emergente nos processos de extração e purificação de biomoléculas (WU *et al.*, 2011). SAB compostos por álcoois de cadeia curta e sais inorgânicos apresentam uma série de vantagens como baixa tensão interfacial, baixa viscosidade das fases, facilidade de escalonamento e baixo consumo de energia (WU *et al.*, 2011; REIS *et al.*, 2012; LIU; FENG; ZHAO, 2013). Além da possibilidade de reciclagem de seus componentes por meio de processos de evaporação e de cristalização (GUO *et al.*, 2012; SHOW *et al.*, 2013).

No entanto, antes de propor uma metodologia de purificação de saponina de *Quillaja* utilizando-se SAB é essencial conhecer a sua distribuição nesses sistemas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação preliminar da partição da saponina de *Quillaja* em SAB composto por isopropanol e sulfato de magnésio em diferentes temperaturas. O efeito da composição e da temperatura sobre o coeficiente de partição do biossurfactante foi avaliado por meio da metodologia de superfície de resposta.

Material e métodos

Materiais

Os seguintes reagentes químicos foram utilizados: isopropanol, sulfato de magnésio, vanilina, ácido sulfúrico e saponina da casca de *Quillaja*. Água ultrapura foi utilizada em todos os experimentos.

Partição de saponina em sistema aquoso bifásico

Os experimentos de partição foram conduzidos em tubos graduados de 15 mL, nos quais sistemas de 8,0 g foram preparados pela adição de massas adequadas de água, isopropanol e sal (solução estoque 20% m/m) de acordo com as concentrações pré-definidas pelo delineamento experimental. A todos os sistemas foram adicionados 100 µL de solução de saponina (30 mg/mL). Os tubos foram homogeneizados em vortex e deixados em repouso por 1 h em estufa BOD, na temperatura de trabalho, para que atingissem o equilíbrio. Em seguida as fases foram cuidadosamente separadas para posterior determinação da concentração de saponina.

Determinação da concentração de saponina

A concentração de saponina total foi determinada pelo método colorimétrico de vanilina-ácido sulfúrico com modificações (HIAI; OURA; NAKAJIMA, 1976). Uma alíquota de 250 µL de amostra (fase superior e inferior) foi misturada a 250 µL de vanilina (8 % m/v) e 2 mL de ácido sulfúrico (73,5 % m/v), em banho de gelo. Em seguida a mistura foi aquecida a 60 °C por 15 minutos e resfriada em banho de gelo por 10 minutos. A absorvância foi lida em espectrofotômetro a 550 nm, utilizando-se água ultrapura como branco. A concentração de saponina total foi determinada a partir de uma curva padrão obtida previamente.

Delineamento experimental e análise estatística

O modelo obtido foi avaliado em termos da significância do modelo (p -valor < 0,05), coeficiente de determinação (R^2) e significância dos coeficientes (p -valor < 0,05). As análises estatísticas foram realizadas no *software* estatístico gratuito SAS University®.

Resultados e discussão

O coeficiente de partição de saponina de *Quillaja* foi determinado em sistemas com diferentes composições (isto é, diferentes concentrações dos componentes formadores de fase) e temperaturas, conforme matriz experimental do delineamento de Box Behnken (Tabela 1). Como pode ser observado na Tabela 1, o biossurfactante concentrou-se na fase superior ($k_p > 1$), fase rica em isopropanol. Tal resultado pode estar associado às interações hidrofóbicas e ligações de hidrogênio

entre as hidroxilas das moléculas de álcool e saponina de *Quillaja*, uma vez que é composta por cadeias de açúcares, como glicose, galactose, xilose, raminose, arabinose e ácido glucurônico (KEZWON; WOJCIECHOWSKI, 2014).

Tabela 1 – Condições experimentais do delineamento de Box Behnken com pontos axiais para partição de saponina e respostas (coeficiente de partição) experimental e estimada pela Eq. 1

Ensaio	Variáveis independentes			Variável dependente		
	Concentração	Concentração	Temperatura (°C)	k_p experimental	k_p estimado	Módulo de erro relativo (%)
	de álcool (%m/m) x_1	de sal (%m/m) x_2				
1	18,0	12,0	25	5,4	5,8	8,3
2	18,0	14,0	25	8,1	7,9	2,3
3	22,0	12,0	25	7,3	7,7	5,8
4	22,0	14,0	25	12,9	12,6	2,0
5	18,0	13,0	15	5,2	5,0	4,0
6	18,0	13,0	35	6,7	7,1	5,5
7	22,0	13,0	15	7,1	7,0	1,2
8	22,0	13,0	35	11,1	11,7	5,0
9	20,0	12,0	15	4,9	5,1	3,6
10	20,0	12,0	35	7,7	7,2	6,8
11	20,0	14,0	15	6,5	7,3	12,4
12	20,0	14,0	35	11,7	11,9	1,9
13	20,0	13,0	25	6,7	7,0	4,7
14	20,0	13,0	25	6,7	7,0	4,7
15	20,0	13,0	25	7,0	7,0	0,3
16	20,0	13,0	25	7,2	7,0	2,5
17	20,0	13,0	25	6,9	7,0	1,7

Fonte: dos autores (2019).

O SAB composto por isopropanol e sulfato de magnésio nas condições de composição e temperatura avaliadas apresentou coeficiente de partição bastante inferior aos valores reportados por

He *et al.* (2018), que, ao avaliaram o processo de extração de saponinas de *Panax ginseng* em SAB constituídos por diferentes líquidos iônicos e sais, obtiveram valores de $k_p > 100$. Por outro lado, os valores de k_p obtidos no presente estudo foram mais promissores do que os valores obtidos por Liang *et al.* (2019), que avaliaram SAB constituídos por líquido iônico/sulfato de amônio ($k_p = 1,97$) e líquido iônico/fosfato monossódico ($k_p = 3,04$).

A partir da Tabela 1, verifica-se que alterações na temperatura e na composição do sistema afetaram o coeficiente de partição de saponina, o qual variou no intervalo de 4,9 a 12,9. Regressões lineares múltiplas foram aplicadas aos valores de k_p em função dos fatores experimentais (composição do SAB e temperatura), sendo obtido o seguinte modelo de 2ª ordem, apresentado na Equação 1:

$$k_p = 303,439 - 11,254 x_1 - 29,146 x_2 - 1,291 x_3 + 0,032 x_1 \cdot x_3 + 0,063 x_2 \cdot x_3 \quad (\text{Eq. 1}) \\ + 0,357 x_1 \cdot x_2 + 0,166 x_1^2 + 0,853 x_2^2$$

sendo x_1 a concentração de isopropanol (% m/m), x_2 a concentração de sulfato de magnésio (% m/m) e x_3 a temperatura (°C).

A análise de variância (Tabela 2) revelou que o modelo ajustado (Eq. 1) foi altamente significativo (p-valor < 0,0001) e o coeficiente de determinação foi elevado (97,77%), demonstrando que o modelo ajustado pode ser adequado para explicar os efeitos dos fatores avaliados (composição dos sistemas e temperatura) sobre a variável resposta (coeficiente de partição). Ao nível de 95% de confiança, todos os coeficientes de regressão do modelo ajustado foram estatisticamente significativos (p-valor < 0,05), sendo, portanto, verificado efeito dos termos lineares das variáveis concentração de isopropanol (x_1), concentração de sulfato de magnésio (x_2) e temperatura (x_3), dos termos quadráticos da composição do sistema (ou seja, x_1 e x_2) e das interações dupla dos três fatores experimentais avaliados.

Para melhor avaliação do modelo proposto, apresentam-se na Tabela 1 os valores de coeficiente de partição estimado bem como o erro relativo. Nota-se que não houve uma dispersão acentuada entre os valores experimentais e estimados pelo modelo, exceto para o ensaio 11 (SAB composto por 20 e 14 %m/m de isopropanol e sulfato de magnésio, respectivamente, a 15 °C), o qual apresenta um erro relativo (absoluto) maior (12,4 %). O erro relativo médio dos ensaios foi inferior a 5%.

Com base no modelo proposto (Eq. 1) foram construídas superfícies de resposta e de contornos apresentadas na Figura 1, na qual é possível visualizar a relação entre as variáveis avaliadas

(temperatura, concentração de isopropanol e concentração de sulfato de magnésio) e a variável resposta (k_p).

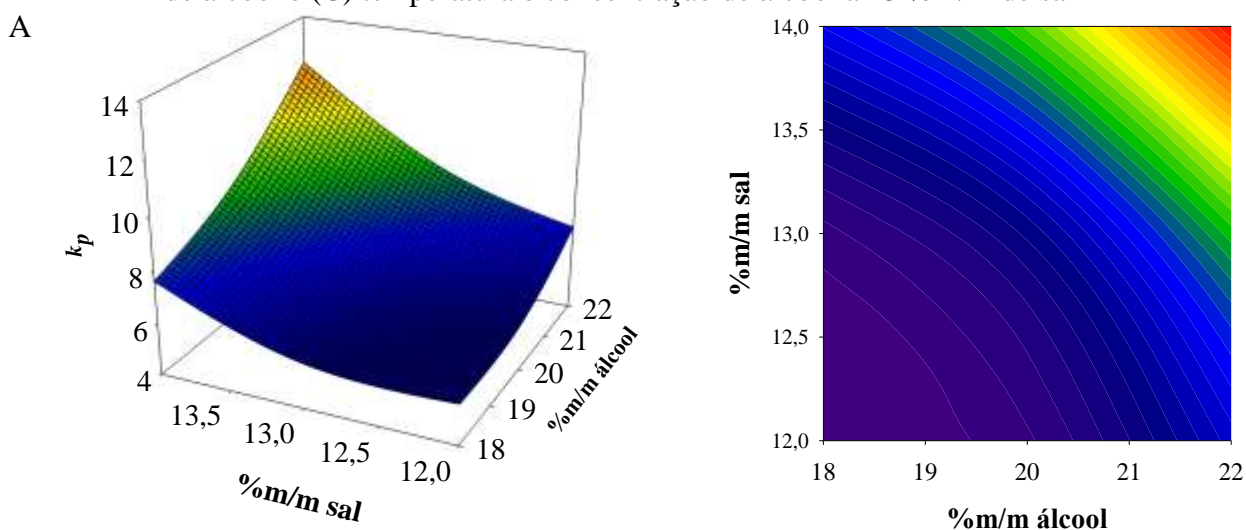
Tabela 2 – ANOVA e resultados do teste de significância para os coeficientes de regressão do modelo ajustado

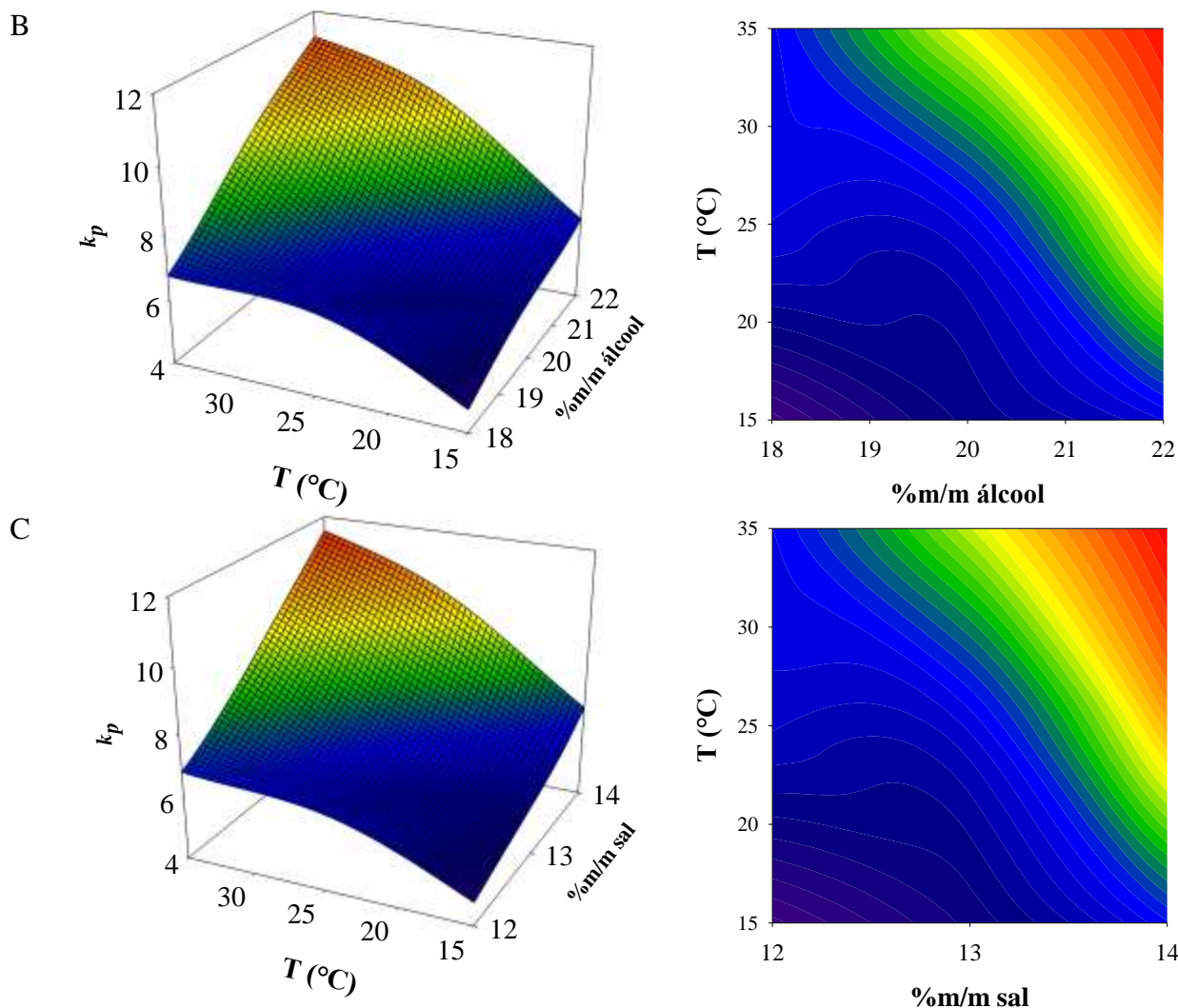
Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F-valor	p-valor
Regressão	8	9,840793	42,56164	< 0,0001*
x_1	1	21,08602	91,19747	< 0,0001*
x_2	1	24,38813	105,4792	< 0,0001*
x_3	1	22,78125	98,52938	< 0,0001*
$x_1 \cdot x_2$	1	2,042041	8,83187	0,0178*
$x_1 \cdot x_3$	1	1,625625	7,030862	0,0292*
$x_2 \cdot x_3$	1	1,600225	6,921007	0,0301*
x_1^2	1	1,853307	8,015591	0,0221*
x_2^2	1	3,068716	13,27226	0,0066*
Resíduo	8	0,231213		
Total corrigido	16			

Fonte: dos autores (2019).

Nota: * significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 1 – Superfícies de resposta para os efeitos de interação das variáveis sobre k_p : (A) concentrações de álcool e sal a 25 °C, (B) temperatura e concentração de sal a 20 %m/m de álcool e (C) temperatura e concentração de álcool a 13 %m/m de sal





Fonte: dos autores (2019).

Observa-se na Figura 1 que as faixas ótimas das variáveis estudadas para particionar saponina de *Quillaja* no SAB avaliado foram: 21 a 22 %m/m de isopropanol, 13,5 a 14 %m/m de sulfato de magnésio e 27 a 35 °C de temperatura.

Conclusão

Verificou-se que as moléculas de saponina de *Quillaja* particionam preferencialmente para fase superior em SAB compostos por isopropanol e sulfato de magnésio na faixa de temperatura de 15 a 35 °C, indicando maior afinidade entre as moléculas do biossurfactante e o álcool. Constatou-se que a composição do sistema (em termos das concentrações de sal e álcool) e a temperatura são parâmetros que influenciam a partição de saponina no SAB de forma significativa, sendo obtido um modelo significativo para estimar os valores do coeficiente de partição em função desses fatores. A

região que maximiza o coeficiente de partição foi determinada, compreendendo a faixa de 21 a 22 %m/m de isopropanol, 13,5 a 14 %m/m de sulfato de magnésio e temperaturas entre 27 a 35 °C.

Agradecimentos

À PRPq/UFMG pelo apoio financeiro e à FAPEMIG pela bolsa de iniciação científica.

Referências

- GUO, W. *et al.* Liquid-liquid equilibrium of aqueous two-phase systems composed of hydrophilic alcohols (ethanol/2-propanol/1-propanol) and MgSO₄/ZnSO₄ at (303.15 and 313.15) K and correlation. **Thermochemica Acta**, v. 546, p. 8–15, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tca.2012.07.022>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- HE, A. *et al.* Extraction of bioactive ginseng saponins using aqueous two-phase systems of ionic liquids and salts. **Separation and Purification Technology**, v. 196, p. 270–280, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2017.05.041>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- HIAI, S.; OURA, H.; NAKAJIMA, T. Color Reaction of Some Sapogenins and Saponins With Vanillin and Sulfuric Acid. **Planta Medica**, v. 29, n. 02, p. 116–122, 1976. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1055/s-0028-1097639>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- KEZWON, A.; WOJCIECHOWSKI, K. Interaction of Quillaja bark saponins with food-relevant proteins. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 209, p. 185–195, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cis.2014.04.005>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- LIANG, Q. *et al.* Extraction and Separation of Eight Ginsenosides from Flower Buds of Panax Ginseng Using Aqueous Ionic Liquid-Based Ultrasonic-Assisted Extraction Coupled with an Aqueous Biphasic System. **Molecules**, v. 24, n. 4, p. 778, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules24040778>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- LIU, Y.; FENG, Y. Q.; ZHAO, Y. Liquid-liquid equilibrium of various aqueous two-phase systems: Experiment and correlation. **Journal of Chemical and Engineering Data**, v. 58, n. 10, p. 2775–2784, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/je400453b>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- REIS, I. A. O. *et al.* Increased significance of food wastes: Selective recovery of added-value compounds. **Food Chemistry**, v. 135, n. 4, p. 2453–2461, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.010>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- RUIZ, K.B. *et al.* Quinoa seed coats as an expanding and sustainable source of bioactive compounds: An investigation of genotypic diversity in saponin profiles. **Industrial Crops and Products**, v. 104, p. 156–163, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.007>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- SHOW, P. L. *et al.* Recovery of lipase derived from Burkholderia cenocepacia ST8 using sustainable aqueous two-phase flotation composed of recycling hydrophilic organic solvent and inorganic salt. **Separation and Purification Technology**, v. 110, p. 112–118, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2013.03.018>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- WOJCIECHOWSKI, K. *et al.* Effect of β -casein on surface activity of Quillaja bark saponin at fluid/fluid interfaces. **Food Hydrocolloids**, v. 34, p. 208–216, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.09.010>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- WU, X. *et al.* Aqueous two-phase extraction, identification and antioxidant activity of anthocyanins

from mulberry (*Morus atropurpurea* Roxb.). **Food Chemistry**, v. 129, n. 2, p. 443–453, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.097>. Acesso em: 12 jun. 2019.

YENDO, A.C.A. *et al.* Production of plant bioactive triterpenoid saponins: Elicitation strategies and target genes to improve yields. **Molecular Biotechnology**, v. 46, n. 1, p. 94-104. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12033-010-9257-6>. Acesso em: 12 jun. 2019

Capítulo 9

Proteínas do soro de leite: adsorção utilizando carvão ativado proveniente de resíduo de amendoim

Lucas Silva de Sousa*¹; Mateus Pereira Flores Santos²; Annie Nolasco Alves³; Monique Costa Barbosa¹; Evaldo Cardozo Souza Junior²; Vanessa Santos Sampaio²

Resumo

As proteínas do soro são conhecidas por seu alto potencial de aplicação em diversos setores da indústria, como a alimentícia, e farmacêutica. O crescente interesse por essas proteínas incentiva estudos relacionados aos processos de purificação, dos quais se destaca a adsorção. Os carvões ativados são de grande versatilidade e podem ser obtidos a partir de resíduos da agroindústria. Baseado nisso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o processo de adsorção de α -lactoalbumina e β -lactoglobulina utilizando carvão ativado sintetizado a partir da casca do amendoim em diferentes pH's. A partir dos resultados obtidos pode-se observar uma elevada capacidade e eficiência adsorptiva, acima de 90% no pH 5,0. De maneira geral o carvão ativado obtido a partir de resíduos agroindustriais apresenta elevado potencial para processos de purificação de proteínas do soro.

Palavras-chave: Alfa-lactoalbumina. Beta-lactoglobulina. Reaproveitamento de resíduos.

Introdução

O soro do leite é um subproduto obtido da fabricação de queijos, o qual tem sido destinado por muito tempo apenas na alimentação de animal devido seu baixo valor nutricional, mas hoje em dia vem se tornando um produto de alto valor agregado devido as suas propriedades funcionais e bioativas conferidas pela presença de inúmeras proteínas. A β -lactoglobulina, α -lactoalbumina são as proteínas de maior abundância presentes no soro e apresentam alto potencial de aplicação na produção de alimentos por suas propriedades tecnológicas, como alta solubilidade, capacidade de formação de espuma e geleificação. Estas ainda são usadas na indústria farmacêutica por serem fonte de peptídeos bioativos com propriedades antioxidante e anti-hipertensiva (ANTUNES, 2003; LE MAUX *et al.*, 2016).

¹ Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

² Doutorando em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

³ Mestranda em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Devido à importância dessas proteínas para diferentes setores industriais, faz-se necessário estudo sobre o fracionamento das mesmas. E as técnicas utilizadas para recuperação dessas moléculas, destaca-se a técnica de adsorção, que nada mais é do que a separação de um ou mais constituinte presentes em uma fase fluida através de uma superfície sólida.

Em meio aos diversos adsorventes utilizados na purificação de biomoléculas, destaca-se o carvão ativado, por ser um material inerte e por apresentar propriedades física e químicas favoráveis aos processos adsorptivos, como estabilidade química, mecânica e térmica, hidrofobicidade e insolubilidade (SANTOS *et al.* 2019).

O carvão ativado é um material constituído de mais de 90% de carbono e apresenta elevada área superficial e volume de poros, além de serem quimicamente estáveis. Essas características permitem seu uso como adsorvente, seja no tratamento de efluentes, como suporte catalítico, ou nos processos de separação e purificação de biomoléculas (PEREIRA *et al.*, 2014; BRITO *et al.*, 2017).

Objetivou-se neste trabalho avaliar potencial do carvão ativado produzido a partir de resíduos agroindustriais (casca do amendoim) como um adsorvente para processos de recuperação das proteínas do soro α -lactoalbumina e β -lactoglobulina.

Material e métodos

Para este estudo foi utilizado o carvão ativado produzido a partir da casca de amendoim devido as características do mesmo, como: Elevada área superficial ($1347\text{m}^2/\text{g}$), diâmetro de poros (3,18 nm) e um Ponto de Carga Zero (PCZ) de 5,19.

Foram preparadas soluções de alfa e beta, ambas com concentração inicial de $250\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ solubilizada em tampão fosfato de sódio ($0,02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) em diferentes pH's (3, 5 e 7), com o intuito de avaliar se o pH causaria alguma interferência na capacidade de adsorção.

Alíquotas de 5,0 mL das soluções de proteína foram adicionadas em tubos de centrifuga contendo 20mg do carvão ativado. Os tubos foram mantidos sob agitação constante (25 rpm) em um agitador orbital à temperatura ambiente ($25\text{ }^\circ\text{C}$). Após 24 h os tubos foram centrifugados a 3500 rpm por 10 min, tendo seu sobrenadante totalmente retirado, para ser feita a quantificação de proteínas não adsorvidas utilizando o método de Bradford (1976). A capacidade adsorptiva do carvão, Q ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) e a eficiência (%) foram obtidos segundo a equação 1 e 2 respectivamente.

$$\frac{\text{Massa de proteína adsorvida (mg)}}{\text{Massa de carvão ativado (g)}} \quad (1)$$

$$\frac{\text{Massa de proteína adsorvida (mg)}}{\text{Massa inicial de proteína (mg)}} * 100 \quad (2)$$

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para o estudo da variação do pH no processo de adsorção da β -lactoglobulina e α -lactoalbumina no carvão ativado de amendoim estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Efeito de pH na capacidade (Q) e eficiência adsortiva de carvão ativado de amendoim na adsorção das proteínas

pH	Q (mg.g ⁻¹)	Eficiência (%)
β -lactoglobulina		
3,0	55,98 ^c	88,44 ^c
5,0	62,31 ^a	99,45 ^a
7,0	57,25 ^b	92,29 ^b
α -lactoalbumina		
3,0	51,16 ^c	82,64 ^c
5,0	57,58 ^a	92,02 ^a
7,0	56,68 ^a	88,80 ^b

Fonte: Próprio autor (2019).

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparação entre tratamentos) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Através do estudo do efeito do pH verifica-se que em pH 5,0 obtém-se os melhores resultados para capacidade adsortiva e eficiência para ambas as proteínas. As variações no processo adsortivo e nos valores de pH acima e abaixo deste são resultado da dissociação de grupos funcionais dos sítios ativos da superfície do carvão e das proteínas ocasionando uma repulsão eletrostática devido a mesma carga líquida em ambas as superfícies (SANTOS *et al.*, 2019).

A melhor capacidade adsortiva ocorreu em pH 5,0, próximo ao ponto de carga zero do carvão ativado de amendoim (5,2) e do ponto isotérico das proteínas α -lactoalbumina (5,1) e β -lactoglobulina (5,3), logo a superfície do carvão e das proteínas apresentam uma carga líquida neutra, devido

apresentarem o mesmo número de cargas positivas e negativas. Devido à ausência de interações eletrostáticas entre a superfície do carvão e a proteína, infere-se que a adesão da proteína ao carvão seja por adsorção física, a qual está associada exclusivamente ao tamanho e distribuição dos poros, ou como resultado de forças devido a interações hidrofóbicas, ligações de hidrogênio e interações de van der Waals (KANDASAMY *et al.*, 2010).

Resultados similares foram observados por Pereira *et al.* (2014), o qual obtiveram uma eficiência adsortiva para à α -lactoalbumina superior a 86% utilizando carvão ativado sintetizado a partir de resíduos agroindustriais de seriguela ativados com ácido fosfórico. Já Santos *et al.* (2017) constataram uma eficiência adsortiva superior à 91% no pH 5, para a proteína β -lactoglobulina em carvão ativado proveniente do sabugo de milho. Demonstrando assim que os carvões obtidos através de resíduos agroindustriais apresentam grande potencial para serem utilizados na purificação de proteínas do soro do leite, devido suas propriedades texturais e por serem provenientes de materiais de baixo custo.

Além de testes adsortivos, outros métodos de separação dessas proteínas vêm sendo estudados, como a separação e purificação por SAB (Sistema Aquoso Bifásico), como aos encontrados por Alcântara *et al.* (2011) ao utilizar um sistema formado por PEG + fosfato de potássio na separação das proteínas do soro. Os índices de recuperação foram de 81,1% e 97,8% para a β -lactoglobulina e α -lactoalbumina respectivamente.

Conclusão

O carvão ativado proveniente de um novo resíduo agroindustrial, casca de amendoim, mostrou-se uma alternativa viável para uso na produção de carvão ativado. Além de serem de fácil disponibilidade e de baixo custo o novo material apresentou resultados similares a carvões produzidos a partir de outros resíduos, sendo possível obter uma eficiência a cima de 90%, eficiência essa superior à alguns carvões utilizados, mostrando assim que o carvão ativado proveniente da casca de amendoim possui um potencial para possível aplicação em processos de purificação de proteínas do soro.

Agradecimentos

A FAPESB, UESB e CAPES pela concessão da bolsa, ao Laboratório de Engenharia de Processos, e a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Referências

- ALCÂNTARA, L. A. P., MINIM, L. A., MINIM, V. P. R., BONOMO, R. C. F., DA SILVA, L. H. M., & DA SILVA, M. D. C. H. Application of the response surface methodology for optimization of whey protein partitioning in PEG/phosphate aqueous two-phase system. *Journal of Chromatography B*, 879(21), 1881-1885, 2011.
- ANTUNES, A. J. Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino. São Paulo: Manole. 2003.
- BRADFORD, M. M. A. Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254, 1976.
- BRITO, M.J.P., VELOSO, C.M., BONOMO, R.C.F., FONTAN, R. DA C.I., SANTOS, L.S. and MONTEIRO, K.A. Activated carbons preparation from yellow mombin fruit stones for lipase immobilization, *Fuel Processing Technology*. V. 156, P. 421–428, 2017.
- DJILANI, C.; ZAGHDOUDI, R.; DJAZI, F.; BOUCHEKIMA, B.; LALLAM, A.; MODARRESSI, A.; ROGALSKI, M. Adsorption of dyes on activated carbon prepared from apricot stones and commercial activated carbon. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, v.53, p.112–121, 2015.
- KANDASAMYA, R.; KENNEDYB, L.J.; VIDYAA, C.; BOOPATHYA, R.; SEKARANA, G. Immobilization of acidic lipase derived from *Pseudomonas gessardii* onto mesoporous activated carbon for the hydrolysis of olive oil. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, v.62, p.59–66, 2010.
- LE MAUX, S., NONGONIERMA, A. B., BARRE, C., & FITZGERALD, R. J. Enzymatic generation of whey protein hydrolysates under pH-controlled and non pH-controlled conditions: Impact on physicochemical and bioactive properties. *Food Chemistry*, 199, 246- 251, 2016.
- PRAHAS, D.; KARTIKA, Y.; INDRASWATI, N.; ISMADAJI, S. Activated carbon from jackfruit peel waste by H₃PO₄ chemical activation: pore structure and surface chemistry characterization. *Chemical Engineering Journal*, v. 140, p. 32–42, 2008.
- PEREIRA, R. G., VELOSO, C. M., DA SILVA, N. M., DE SOUSA, L. F., BONOMO, R. C. F., DE SOUZA, A. O., DA GUARDA, M. O & FONTAN, R. D. C. I. Preparation of activated carbons from cocoa shells and siriguela seeds using H₃PO₄ and ZnCl₂ as activating agents for BSA and α -lactalbumin adsorption. *Fuel Processing Technology*, 126, 476-486. 2014.
- SANTOS, M. P. F., BRITO, M. J. P., ALVES, A. N., VELOSO, C. M., JUNIOR, E. C. S., SANTANA, V. O., LIMA, J. L. S., SAMPAIO, V. S. Utilization of activated charcoal synthesized from agroindustrial waste and its study on the adsorption of β -lactoglobulin. *Cad. Ciênc. Agra.*, v. 9, n. 3, p. 60-66, 2017.
- SANTOS, M. P. F, BRITO, M. J. P., JUNIOR, E. C. S., BONOMO, R. C. F., VELOSO, C. M. Pepsin immobilization on biochar by adsorption and covalent binding, and its application for hydrolysis of bovine casein. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 94, 1982-1990, 2019.

PARTE 4

Nutrição: Alimentos
Funcionais, Fortificação
de Alimentos,
Rotulagem Obrigatória

Capítulo 1

Utilização da análise de correspondência para identificação das plantas endêmicas da microrregião de Salinas

Jonathan Barbosa Santos*¹; Valquíria Souza Silva¹; Aniele Cacique Assunção¹; Jean Pereira Coutinho², Felipe Cimino Duarte², Roberta Magalhães Dias Cardozo²

Resumo

Plantas medicinais podem ser definidas como, aquelas que quando ingeridas, apresentam propriedades que auxiliam no tratamento de doenças ou favorecem as condições de saúde das pessoas que as consomem. Outro grupo de plantas com características benéficas, são as Plantas Alimentícias Não Convencionais que são possuidoras de um elevado teor nutritivo e também colaboram para um bom funcionamento do organismo. Diante disto, o trabalho objetivou adquirir informações acerca destas plantas na microrregião de Salinas e, desta forma, aumentar o conhecimento técnico-científico. Para isso, foram feitas visitas *in loco* às comunidades da microrregião de Salinas para coleta das informações por meio de um questionário tipo lista de verificação. Foram catalogadas cerca de 35 plantas de espécies, com as mais variáveis propriedades como analgésica, anti-inflamatória, depurativa, antiácida, calmante entre outras. Os dados obtidos foram tratados pela técnica estatística de análise de correspondência, e com isso foi elaborado cartilhas contendo todas as informações obtidas no trabalho, e estas foram entregues nas comunidades participantes. Assim, conclui-se que a viabilização da utilização destas plantas para comunidades que não contam com boas condições de vida, é uma alternativa para contornam tal problema.

Palavras-chave: Estatística, PANC's, Plantas Mediciniais, Propriedades benéficas

Introdução

Compostos naturais são substâncias adquiridas e utilizados de maneira empírica desde os primórdios, que em sua maioria estão presentes em plantas, já que estas são detentoras de inúmeras propriedades. Esse conhecimento veio da busca desses povos pela cura de certas enfermidades, pois naquele tempo, era muito restrito o acesso a medicamentos da indústria farmacêutica (FIRMO *et al.*

¹Docente do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus* Salinas

²Discente do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus* Salinas

2014). Com o passar dos tempos, as informações a respeito destas plantas foram cada vez mais ganhando espaço e assim, sendo alvo de várias pesquisas.

Um ramo de pesquisa ainda pouco conhecido na pauta supracitada, são as Plantas Alimentícias não Convencionais (PANC's). Estas são espécies, que por motivos como, descobrimento de novas espécies e/ou até a falta de informação sobre elas, acabaram perdendo espaço na mesa dos consumidores. Contudo a diminuição do consumo destas plantas são fatores negativos, uma vez que, além de conterem números significativos de nutrientes, também possuem propriedades benéficas ao funcionamento do corpo humano, como, por exemplo, auxílio na absorção de nutrientes, melhoria do sistema digestivo, fortalecimento do sistema imunológico, entre outros (BARREIA *et al.* 2015). No Brasil, algumas comunidades ainda utilizam destas plantas como uma alternativa para alimentação, esse fato advém de alguns grupos ainda exercerem suas culturas, o que impacta diretamente na alimentação. (CASTRO *et al.* 2017).

Plantas medicinais são outro grupo bem conhecido pela comunidade científica, pois são espécies caracterizadas por serem comumente utilizadas em casos de cura de enfermidade, em decorrência de suas propriedades terapêuticas. Destas plantas são utilizadas folhas, sementes, frutos, entre outros. Segundo a Organização Mundial da Saúde, 80 % da população mundial já recorreu a estas plantas para atender suas necessidades médicas (GOMES, *et al.* 2014), esse número significativo pode estar relacionado a um problema decorrente da medicina, a resistência bacteriana. Algumas bactérias, já criaram mecanismos de proteção e resistência a alguns antibióticos normalmente empregados, logo a utilização das plantas medicinais é uma alternativa para tentar contornar tal situação (SOUZA, *et al.* 2013).

Diante do exposto, vê-se a necessidade da ampliação das informações acerca dessas plantas na região de Salinas, uma vez este conhecimento é escasso, além da dificuldade de algumas comunidades em adquirir medicamentos, como também alimentação com maior qualidade. Portanto, o objetivo do trabalho foi obter dados a respeito das Plantas Medicinais e Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC'S) e, ainda, viabilizar sua utilização nessas comunidades.

Material e métodos

Foram realizadas visitas nas seguintes comunidades da microrregião de Salinas: Olhos D'água, Cabeceira de Macaúba e Bananal para consulta aleatória quanto ao interesse em participar, voluntariamente, da pesquisa. Após a assinatura do Termo de Compromisso Livre e Esclarecido (TCLE) constando um pequeno resumo das atividades propostas e o contato dos pesquisadores para

eventuais consultas, foi aplicado um questionário, do tipo lista de verificação, para avaliação do conhecimento da população sobre estas plantas benéficas nativas da região. Tais questionários foram aplicados por meio de amostragem e o tamanho da amostra extraída pela fórmula foi:

$$n = N \cdot n_0 / (N + n_0)$$

Onde: $n = 1/e_0^2$, e_0 é o erro amostral considerado na amostragem, neste caso 5 %, N é o número de elementos da população e n é o tamanho da amostra.

Os dados obtidos foram tratados pela análise de correspondência, técnica conhecida por sua análise estatística de dados multivariados. Nesta técnica a tabela com os dados tabulados foi utilizada para o cruzamento de duas variáveis categóricas, na qual a variável de coluna representou uma série de indicadores medidos na mesma escala ou normalizados e as linhas categorias de uma variável nominal (GONÇALVEZ e SANTOS, 2009).

A organização dos dados para a aplicação da análise de correspondência foi realizada por meio de uma tabela de contingência. $i \times j$, sendo i as categorias correspondentes à linha e j as categorias que representou as colunas (Figura 1).

Figura 1 - Tabela de contingência genérica

A	B						Total linha
	1	2	3	...	...	j	
1	n_{11}	n_{12}	n_{13}	...	...	n_{1j}	n_{1+}
2	n_{21}	n_{22}	n_{23}	...	...	n_{2j}	n_{2+}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	n_{i1}	n_{i2}	n_{i3}	...	...	n_{ij}	n_{i+}
Total coluna	n_{+1}	n_{+2}	n_{+3}	...	...	n_{+j}	N

Fonte: (GONÇALVEZ e SANTOS, 2009).

Cada elemento n_{ij} da tabela 1 representou um elemento pertencente à categoria i da variável A e à categoria j da variável B. E ainda: n_{i+} é o total da linha i ; n_{+j} é o total da coluna j e N é o total geral das frequências observadas.

Com o objetivo de estudar as associações existentes entre as variáveis A e B, representadas pelas categorias i e j , extraiu-se uma matriz que transformou cada frequência observada n_{ij} da tabela de contingência, em uma proporção ou probabilidade.

A partir dos resultados obtidos no questionário e na lista de verificação, foi elaborada e disponibilizada uma cartilha contendo todas as informações benéficas sobre as plantas da região.

Resultados e discussão

A catalogação total das plantas foi feita com base nos dados adquiridos no questionário, somando um total de 35 espécies catalogadas, apresentadas na tabela abaixo:

A partir dos dados obtidos com o questionário, a figura 2 foi elaborada utilizando somente espécies de PANC's, visando correlacionar as seguintes variáveis agrupadas: família, parte da planta e efeito.

A figura 2 estabelece três possíveis relações, a primeira é sobre a possibilidade das folhas das plantas da família Lamiaceae terem efeito analgésico e antimicrobiano. A segunda relação mostra que a família Passifloraceae pode ser utilizada para combater depressão e a utilização do fruto das plantas da família Cucurbitaceae pode conter o efeito antioxidante.

Estudos feitos sobre plantas da família Lamiaceae, mostraram que partes aéreas dessas plantas, como, folhas, frutos e talos, utilizando solventes orgânicos e inorgânicos na sua extração, contém efeito antimicrobiano frente a micro-organismos como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Candida albicans* confirmando, assim, a relação mostrada na figura 2. A relação entre a família Lamiaceae compreende o efeito calmante, utilizado em casos de insônia e também o efeito analgésico, usando em casos de dores musculares (SILVA *et al.* 2014).

As propriedades ansiolíticas estão relacionadas ao efeito de reduzir ansiedade e até depressão. Estudos realizados em camundongos com a espécie *Passiflora alata* integrante da família Passifloraceae, foi eficaz em reduzir sintomas relacionados com a primeira, no qual percebeu-se que os camundongos permaneceram mais parados após a administração oral do extrato da planta (ROMANINI *et al.* 2006).

A atividade antioxidante de frutos da família Cucurbitaceae foi observado especialmente no maxixe. Nos estudos apresentados por MORETONI (2008), mostraram uma quantidade significativa de flavonoides e fenólicos. Foi verificado, também, uma concentração significativa de ácido ascórbico (vitamina C), composto este conhecido por seu poder antioxidante.

Com as relações estabelecidas pode-se dizer que as espécies de PANC's contêm propriedades positivas, tornando-se, assim, uma alternativa aos alimentos convencionais, pois, muitas delas apresentam alto teor nutritivo, além de auxiliar no bom funcionamento do organismo humano.

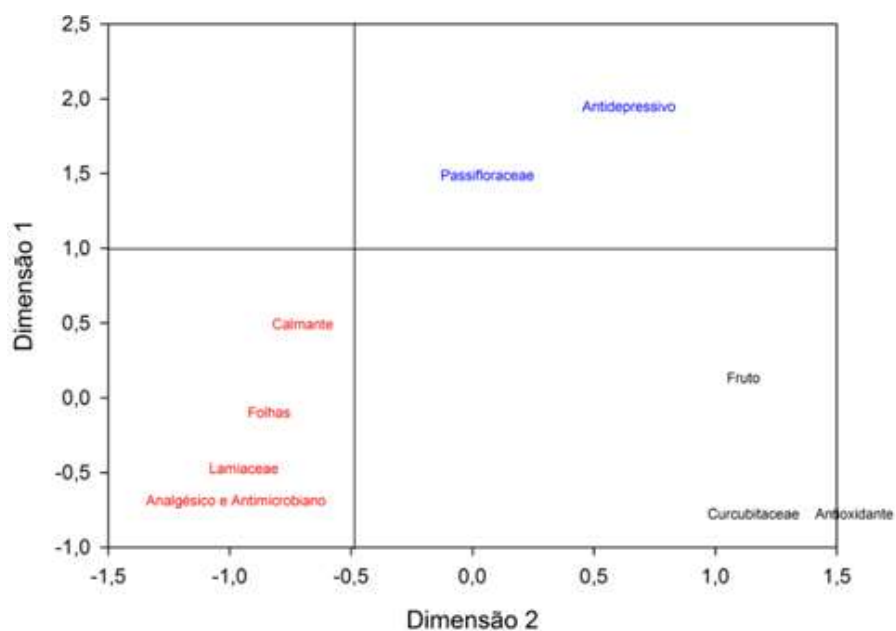
Tabela 1 – Catalogação das Plantas

Famílias	Principais Usos	Partes da Planta	Efeitos	Contraindicações
Amaranthaceae	ME	FO, CA	EX e CI	-
Melastomataceae	ME	FO	AG	-
Apocynaceae	ME	Látex do Tronco	AA	-
Asteraceae	ME/PA	FL, FO, TA e CA	AI, EX e AA	GE e LA
Lamiaceae	ME/PA	FL, FO e CA	EX, CA, AM, AT e CI	GE e LA
Adoxaceae	ME/PA	FL e FO	AX, EX, DE e AM	CP
Bignoniáceas	ME/PA	RA	AH, DR e DE	GE e CR
Brassicaceae	PA	TA e FO	-EX, FSI e PA	-
Burceraceae	ME	SE e CA	AI e AG	-
Cactaceae	PA	FR e FO	DE	-
Curcubitaceae	ME/PA	FR	AX, AV e AG	-
Fabaceae	ME	FO, CA e TA	AH, AD, AP e AG	GE e LA
Monimiaceae	ME	FO	SE, AG e DE	GE
Moraceae	ME/PA	FO e FR	AI e AG	-
Moringaceae	ME/PA	FO, RA, SE e FL	AD	-
Myristicaceae	ME/PA	SE	EX	GE
Passifloraceae	ME	FO	CA	-
Plantaginaceae	ME/PA	PI	AI	-
Poaceae	ME/PA	FO	CA e DR	-
Rubiaceae	ME	FO e CA	Contra Bruxismo	-
Rutaceae	ME/PA	FO	AV, CA, EX e AG	GE
Solanaceae	ME/PA	FO, FL, FR e RA	DE	-

Fonte: Dos autores, 2018.

Legenda: ME: Medicinal; PA: PANC's; AG: Analgésico; AI: Anti-inflamatório; CI: Cicatrizante; EX: Expectorante; AT: Antigripal; AM: Antitérmico; AX: Antioxidante; DE: Depurativo; DR: Diurético; AH: anti-hipertensivo; AA: Antiácido; AV: Antiviral; AD: antidiabético; AP: Antiparasitário; SE: Sedativo; PA: Previne anemia; FSI: Fortalece o sistema imunológico.

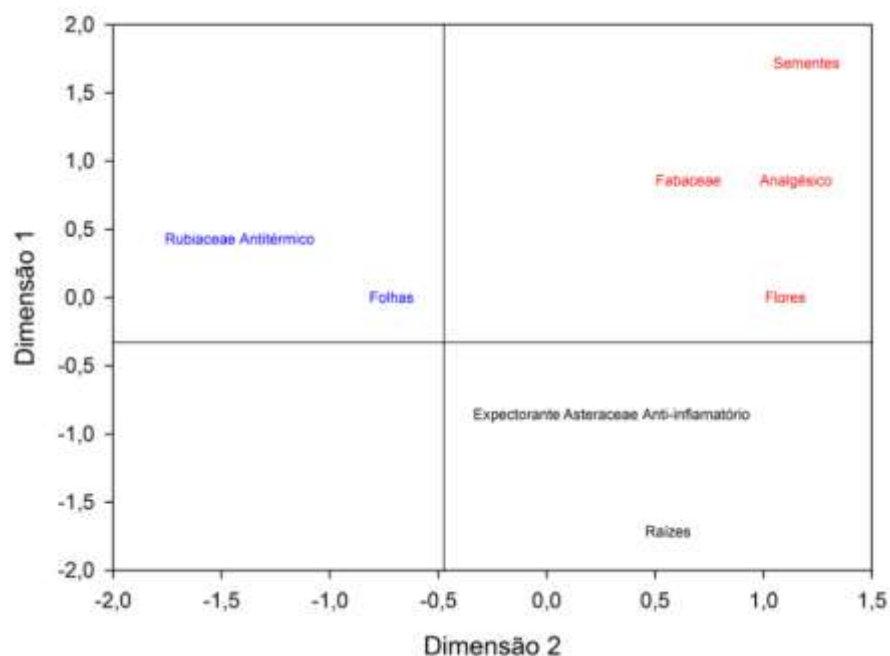
Figura 2 - Correlação entre famílias, efeitos e partes da planta



Fonte: Dos autores, 2019.

Assim como feito acima, utilizou-se as mesmas variáveis, porém a figura 3 foi elaborada com plantas medicinais.

Figura 3: Correlação entre famílias, efeitos e partes das plantas



Fonte: Dos autores, 2019.

Com base nas relações estabelecidas na figura 3, existe a possibilidade das folhas das plantas da família Rubiaceae serem portadoras do efeito antitérmico. Ao passo que as raízes das plantas da família Asteraceae podem ser utilizadas com intuito anti-inflamatório e a ingestão de sementes e flores das plantas da família Fabaceae podem ter o efeito analgésico.

Trabalhos realizados por SANTOS *et al.* (2010), verificaram algumas propriedades do óleo essencial de folhas de *Pterondon emarginatus* Vogel da família Fabaceae. Os autores chegaram à conclusão de que essa espécie é possuidora de uma infinidade de substâncias presentes nas folhas e sementes e outras partes da planta, como o efeito anti-inflamatório e o efeito analgésico, corroborando assim com a figura 3.

GASPARETO *et al.* (2009), relatam características de diversas espécies de plantas da família Asteraceae, e, com isso, várias propriedades. Algumas das citadas pelos autores estão de acordo com a figura 3, sendo estas, o efeito expectorante e o anti-inflamatório, além disso, outros como antifúngico, antidiarreico também são relatadas. Contudo não se encontrou na literatura que a raízes da família Asteraceae contém tais efeitos, logo a estatística aponta uma nova relação ainda não catalogada.

As espécies da família Rubiaceae são comumente utilizadas na medicina natural, por serem portadoras de diversas propriedades enquanto plantas terapêuticas. Estudos mostram que muitas partes das plantas podem ser utilizadas como cascas, folhas, flores e talos. No que diz respeito às propriedades, são inúmeras, podendo-se destacar o efeito antitérmico, depurativo, expectorante entre outros. Essas propriedades são oriundas de compostos que estão presentes nestas plantas como alguns flavonoides, vitaminas e glicosídeos (SOUZA *et al.* 2013).

Portanto, as plantas medicinais são alternativas naturais consideravelmente mais baratas que medicamentos industrializados, sendo em muitos casos, sem custo algum, devido à presença abundante na natureza. Desde que seja feito seu uso de forma correta, apresentam uma infinidade de vantagens relacionadas à saúde.

Conclusão

Com o presente estudo, compreendeu-se a gama de espécies de plantas com atividades benéficas nativas da microrregião de Salinas. Com um número significativo de plantas catalogadas, foi possível validar as relações existentes no que se refere às propriedades que estas são detentoras. O trabalho apresentou, também, importância no que diz respeito à soma do conhecimento acerca das plantas medicinais e PANCs, levando, assim, tal conhecimento às comunidades participantes.

Conclui-se, ainda, que a utilização desses tipos de plantas tanto para a cura de enfermidades, como para a alimentação, constitui uma excelente alternativa para aqueles que não possuem fácil acesso à medicamentos e quanto às PANCs, pode-se dizer que oferecem benefícios nutricionais e uma variedade de formas de consumo, proporcionando uma alimentação rica em compostos úteis ao corpo humano.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais pela concessão da bolsa e por proporcionar o necessário para elaboração deste trabalho.

Referências

- BARREIRA, T. F.; PAULO FILHO, G. X.; RODRIGUES, V. C. C.; ANDRADE, F. M. C.; SANTOS, R. H. S.; PRIORE, S. E.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Diversidade e equitabilidade de Plantas alimentícias Não Convencionais na zona rural de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. **Revista Bras. PI. Med.**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 964 – 976, 2015.
- CASTRO, S. M.; ASCENÇÃO, S. A.; CARVALHO, E. V. O.; LIMA, E. S.; ARAÚJO, T. F. Análise sensorial de produto tipo patê elaborado à base de jaca verde (*artrocarpus integrifolia l*). **Higiene Alimentar**, Fortaleza, v 31, n. 266/267, p. 3872-3876, abr, 2017.
- FIRMO, W. C, A *et al.* Atividade antimicrobiana de plantas medicinais: uma prospecção tecnológica. **Gestão, Inovação e Tecnologia**, v. 4, n. 5, p. 1564 - 1573, 2014.
- GASPARETTO, J. C.; CAMPOS, F. R.; BUDEL, J. M.; PONTAROLO, R. *Mikania Glomerata* Spreng. e *M. laevigata* Sch. Bp. Ec Baker, Asteraceae: Estudos agrônômicos, genéticos, morfoanatômicos, químicos, farmacológicos, toxicológicos e uso nos programas de fitoterapia do Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. p. 627 – 640, ago/set, 2010.
- GOMES, P. R. M.; FIRMO, W. C. A.; VILANOVA, C. M. Estudo etnobotânico de plantas medicinais hipoglicemiantes no bairro Maracanã no município de São Luiz, Maranhão Brasil.
- GONÇALVES, M. T.; SANTOS, S. R. Aplicação da análise de correspondência à avaliação institucional de fecilcam. *In: ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA*, 4., 2009, Mourão. **Anais [...]**, Mourão: FECILCAN, 2009.
- MORETONI, C. B. **Avaliação fitoquímica e das atividades antioxidante, citotóxica e hipoglicemiante dos frutos de *Cucumis anguria L.* (Cucurbitaceae)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Universidade Federal do Paraná, 2008.
- ROMANINI, C. V.; MACHADO, M. W.; BIAVATTI, M. W.; OLIVEIRA, R. M. W. Avaliação da atividade ansiolítica e antidepressiva do extrato fluido e fração aquosa de folhas de *Passiflora alata* Curtis em camundongos. **Revista Acta Scientiarum, Health Sciences**, v. 28, n. 2, p. 159 – 164, 2006.
- SANTOS, A. P.; ZATTA, D. T.; MORAES, W. F.; BARA, M. T. F.; FERRI, P. H.; SILVA, M. R. R.; PAULA, J. R. Composição química, atividade antimicrobiana do óleo essencial e ocorrências de esteroides nas folhas de *Pterodon emarginatus* Vogel, Fabaceae. **Revista Brasileira de Farmacologia**, 2010.

SILVA, L. E.; QUADROS, D. A.; NETO, A. J. M. Estudo etnobotânico e etnofarmacológico de plantas medicinais utilizadas na região de Matinhos – PR. Santa Maria, Brasil. **Revista Ciência e Natura**, v. 37, n. 2, p. 266 – 267, mai/ago, 2014.

SOUZA, E. R. N.; TEBALDI, V. M. R.; PICCOLI, R. H. Adaptação e adaptação cruzada de *Listeria Monocytogenes* aos compostos eugenol e carvacrol, Lavras, Brasil. **Revista Bras. PI. Med.**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 528 – 533, 2013.

SOUZA, R. K. D.; MENDONÇA, A. C. A. M.; SILVA, M. A. P. Aspectos etnobotânicos, fitoquímico e farmacológicos de espécies de Rubiaceae no Brasil. **Revista Cubana de Plantas Mediciniais**. v. 18, n.º. 1, p. 140 – 156.

Capítulo 2

Caracterização de extrato de inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.) e fruto da palma (*Opuntia ficus-indica* L. Miller): potencial nutricional e teor de bioativos

Kelle Amaral Rodrigues¹; Alisson Silva Mariano¹; Roseane Mendonça Figueiredo²; Luiz Eloi da Silva³; Marcia Elena Zanuto⁴; Cassiara Camelo Eloi de Souza⁴

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar propriedades nutricionais e funcionais do extrato de inhame e da polpa do fruto da palma para avaliação do seu potencial no desenvolvimento de novos produtos. O inhame foi adquirido no mercado central e os frutos da palma na zona rural de Vitória da Conquista-BA. Foi elaborado o extrato de inhame e realizou-se em triplicata as análises químicas e a determinação de bioativos do extrato e da polpa do fruto. Dentre os resultados da composição química e do teor de compostos bioativos do extrato de inhame, destacou-se o baixo teor de lipídios (0,05%), alto teor de açúcares redutores (8,60%), umidade (90,37%) e cinzas (4,43%). Os níveis de vitamina C foram 3,89 mg/100g e clorofila total (0,15 mg/100g). Em relação à polpa do fruto de palma, destacou-se níveis elevados de umidade (89,26%), SST (12,80%), Ratio (242) e vitamina C (20,23 mg/100g). Conclui-se que diferentes formulações a partir do inhame e dos frutos da palma podem ser elaboradas constituindo-se como uma opção vantajosa para o processamento de matérias-primas não muito exploradas, considerando seu perfil nutricional e funcional.

Palavras-chave: Inovação. Prospecção. Reologia.

Introdução

A busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis tem fomentado a inovação e o desenvolvimento de novas formulações alimentícias. Ao mesmo tempo em que há um avanço no desenvolvimento de novos produtos, há também aumento no nível de exigência dos consumidores (COSTA *et al.*, 2012), além do crescente aumento do público com intolerância à lactose e adeptos ao vegetarianismo.

¹Egressos, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia

²Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista-BA

³Docente, Instituto Federal da Bahia, Campus de Vitória da Conquista-BA

⁴Docentes, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia

*Autor para correspondência: eloicefet@gmail.com

Vários nutrientes potencialmente ativos e propriedades funcionais tornam os frutos e cladódios (raquetes jovens) das cactáceas, perfeitos candidatos para elaboração de alimentos saudáveis e suplementos dietéticos (NAZARENO; OCHOA; DUBAUX JR., 2013). Cardador-Martinez, Jimenez-Martinez e Sandoval (2011) declararam que existe um crescente interesse na atividade antioxidante e na capacidade de melhora da saúde com a palma forrageira e que de fato, os subprodutos da palma forrageira podem ser explorados como uma fonte boa e barata de antioxidantes naturais.

Sabendo que a região Nordeste possui a maior área cultivada de palma do Brasil e é a maior produtora de inhame do país, seria interessante o maior aproveitamento destes vegetais sob forma de processamento em produtos alimentícios. Adicionalmente, os frutos da palma são considerados boas fontes de antioxidantes naturais, possuem cores atraentes e sabor agradável, o que colabora com a redução de corantes e flavorizantes artificiais.

Diante deste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar aspectos nutricionais do extrato de inhame e da polpa do fruto da palma para prospecção de novos produtos alimentícios.

Material e métodos

Este trabalho foi desenvolvido no Instituto Multidisciplinar em Saúde, *Campus Anísio Teixeira* da Universidade Federal da Bahia (IMS-CAT-UFBA), do município de Vitória da Conquista–BA. O inhame foi adquirido no mercado central da cidade de Vitória da Conquista –BA e os frutos da palma na zona rural do Sudoeste da Bahia.

Preparo das amostras

Após aquisição dos tubérculos de inhame e coleta dos frutos da palma, estes foram levados ao Laboratório de Bromatologia e selecionados apenas aqueles que apresentaram consistência firme e livres de defeitos e/ou ferimentos, sendo então, lavados e sanitizados em hipoclorito de sódio (200 ppm), por imersão durante 10 minutos. A seguir, os tubérculos foram descascados, cortados e triturados em liquidificador doméstico até atingir uma massa homogênea. Uma porção do inhame e da polpa do fruto de palma triturados foram acondicionados em sacos plásticos e armazenados em freezer (-20°C) até o momento das análises químicas.

Elaboração da formulação do extrato de inhame

Os tubérculos de inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.) foram triturados com água em liquidificador doméstico, obtendo-se o extrato de inhame após filtração e separação do resíduo.

Análises químicas

As análises da composição química foram realizadas em triplicata no extrato de inhame e polpa do fruto de palma (R1, R2 e R3) compreendendo a determinação de umidade por aquecimento direto 105 ° C, até peso constante; teor de cinzas ou resíduo mineral fixo correspondendo ao resíduo obtido por incineração em temperaturas de 550 °C até a obtenção de cinzas claras; acidez titulável determinada por titulometria e pH, determinado em potenciômetro digital; o teor de açúcares redutores foi determinado por titulometria (IAL, 2008). A determinação de lipídios totais foi realizada por extração a frio de acordo com método de Folch, Lees e Stanley (1957).

Determinação de compostos bioativos

A determinação de bioativos foi realizada em três repetições (R1, R2 e R3), sendo todas as etapas das análises protegidas da luz. A determinação de carotenoides totais foi realizada pelo método de Higby (1962). O teor de clorofila total foi determinado segundo Bruinsma (1963). O teor de flavonoides amarelos e antocianinas totais seguiu a metodologia de extração de Francis (1982). A determinação de ácido ascórbico foi determinada segundo Strohecker e Henning (1967) por titulometria utilizando-se solução de DFI (2,6 dicloro-fenolindofenol 0,002 %).

Avaliação do comportamento reológico do extrato de inhame

A avaliação do perfil reológico do extrato de inhame foi realizada utilizando reômetro Brookfield modelo LVDV-III ULTRA. As medidas foram realizadas a velocidades de rotação progressivamente mais altas para se obter as curvas ascendentes. Em seguida, o procedimento foi realizado no sentido inverso e foram obtidas as curvas descendentes. A partir dos resultados, foram calculados os valores de índice de fluxo e de consistência de acordo com a Lei de Ostwald, descrita a seguir: $\tau = K \dot{\gamma} \eta$, em que: τ = tensão de cisalhamento (Shear stress) (dina/cm²); K = índice de

consistência (cP); γ = taxa de cisalhamento (Shear rate) (1/seg); η = índice de fluxo. Para a análise do extrato de inhame foi utilizado o spindle SCS-25, com as condições de rotação de 10 a 50 rpm. A análise foi feita à temperatura ambiente.

Análises de dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva (média e desvio-padrão) com auxílio do programa *GraphPad Insta 3.0*.

Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta os dados de caracterização química e análise de compostos bioativos do extrato de inhame (*Dioscorea cayennensis*).

Tabela 1: Caracterização química e teor de composto bioativos do extrato de inhame (*Dioscorea cayennensis*), Vitória da Conquista-BA (média±DP).

Análises	Extrato de inhame
Umidade (%)	90,37±6,90
Cinzas (%)	4,43±0,14
Acidez Total Titulável (g. ácido cítrico.100 g ⁻¹)	0,04±0,01
pH	6,85±0,07
Lipídios totais (%)	0,05±0,01
Açúcares redutores (%)	8,60±0,56
Vitamina C (mg/100g)	3,89±0,21
Carotenoides totais (mg/100g)	0,02±0,02
Clorofila total (mg/100g)	0,15±0,01
Antocianinas totais (mg/100g)	0,05±0,01
Flavonoides amarelos (mg/100g)	0,07±0,01

Fonte: Dos autores, 2019.

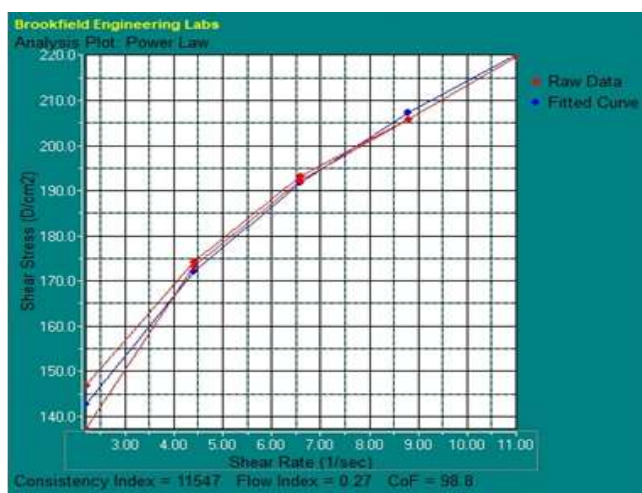
No presente estudo, o extrato de inhame apresentou elevada porcentagem de umidade (90,37 %) e de cinzas (4,43 %), sendo esta alta porcentagem de cinza devido à presença de minerais como cálcio, sódio, potássio, zinco, fósforo e ferro presentes no inhame (UAILA, 2015). Em relação

à acidez total titulável, se mostrou alcalino e esta alcalinidade em extrato vegetal está relacionada à ausência de ácido lático. Os lipídios totais (0,05 %) presentes no extrato de inhame apresentaram valores inferiores ao preconizado para o leite integral (mínimo de 3 %) e inferior ao leite desnatado (mínimo 0,5 %) podendo ser empregado em pacientes que necessitam de uma dieta hipolipídica. Os glicídios redutores apresentaram valores médios de 8,60 %. Este valor pode ser influenciado pelo tempo de decantação que o mesmo ficou submetido como também parte da degradação do amido proporcionando liberação de açúcares redutores. A ausência de lactose no extrato vegetal de inhame atende a um novo nicho de mercado, formado por pacientes intolerantes à lactose.

O inhame (*Dioscorea cayennensis*) possui princípios ativos e ação junto ao metabolismo dos seres humanos sendo eles os alcaloides, fitoesteróis, saponinas e flavonoides (UAILA, 2015). No presente estudo se destacou a presença de vitamina C (3,89 mg/100g), porém observou-se baixas concentrações de carotenoides totais (0,02 mg/100g), clorofila total (0,15 mg/100g), antocianinas totais (0,05 mg/100g) e flavonoides amarelos (0,07 mg/100g). O reduzido teor de compostos bioativos encontrado no extrato de inhame pode ser decorrente do seu processamento, visto que para sua obtenção, adicionou-se água, promovendo diluição destas moléculas.

O reograma do extrato de inhame, Figura 1, apresenta (nas linhas em vermelho) a curva ascendente e a curva descendente, e a curva em azul representa a curva ajustada. Nota-se nos gráficos uma proximidade das curvas sendo, em alguns momentos sobrepostas com conformações que indicam que o extrato de inhame possui características de um fluido pseudoplástico, portanto, inserido como um fluido não newtoniano independente do tempo.

Figura 1 - Reologia do extrato de inhame.



Fonte: Dos autores, 2019.

Em relação à composição química do fruto (Tabela 2), verificou-se alto teor de umidade (89,26 %) tornando a polpa fluida, de forma que esta característica não favorece a sua conservação, devendo ser armazenado sob refrigeração. O teor de cinzas (0,22 %) do presente estudo foi inferior ao reportado por Oliveira, Junqueira e Mascarenhas (2011) que analisaram frutos de palma maduros do sertão do sub-médio São Francisco reportando 0,44 % de cinzas totais e 1,21 mg/100g de ferro.

Tabela 2 - Caracterização química e teor de compostos bioativos da polpa do fruto de palma. Vitória da Conquista- BA (média±DP)

Análises	Polpa
Umidade (%)	89,26±0,62
Cinzas (%)	0,22±0,03
Acidez Total Titulável (g. ácido cítrico.100 g ⁻¹)	0,05±0,01
pH	6,53±0,13
Sólidos Solúveis Totais- SST (%)	12,80±0,17
Ratio	242,00±27,71
Lipídios totais (%)	0,01±0,01
Vitamina C (mg/100g)	20,23±1,17
Carotenoides totais (mg/100g)	0,02±0,00
Clorofila total (mg/100g)	0,10±0,01
Antocianinas totais (mg/100g)	0,12±0,00
Flavonoides amarelos (mg/100g)	0,92±0,09

Fonte: Dos autores, 2019.

Os valores de acidez total titulável (0,05 g ácido cítrico/100g) e pH (6,53) revelam a baixa acidez deste fruto. No entanto, estas condições aumentam o risco de alteração por microrganismos, o que torna o fruto facilmente fermentável e muito perecível. Os dados de sólidos solúveis totais (12,80 %) e elevado ratio (242) conferem ao fruto, um sabor doce e muito suave, constatada pela predominância dos açúcares sobre a acidez. Marques *et al.* (2011) relataram em figos-da-índia minimamente processados sob armazenamento a 3°C e tempo 0, valores para acidez total titulável de 0,06 g ácido cítrico/100g, ratio (190) e teor de sólidos solúveis totais de 12,25 °Brix.

A polpa do fruto é pobre em lipídios (0,01 %) e dentre os fitoquímicos pesquisados, destacou-se a Vitamina C (20,23 mg/100g). Os níveis de carotenoides totais, clorofila total, antocianinas totais

e flavonoides amarelos foram respectivamente: 0,02; 0,10; 0,12 e 0,92 mg/100g. As concentrações destes compostos diferem entre os estádios de maturação, condições climáticas, armazenamento pós-colheita e processamento. Os frutos foram analisados maduros e apresentaram coloração da polpa amarelo alaranjada, que também é devido à presença das betalaínas.

Conclusão

O extrato de inhame possui elevado conteúdo de água e minerais e apresenta-se como uma boa opção para aqueles que possuem intolerância à lactose ou até mesmo para os vegetarianos e o fruto da palma além de serem atrativos, possuem quantidades significativas de açúcares redutores, água e baixa acidez que conferem palatabilidade ao produto, além disso, fornecem compostos antioxidantes como vitamina C e flavonoides.

Considerando as propriedades nutricionais e funcionais destes produtos e a busca por uma alimentação adequada e saudável, que visem redução do risco de doenças e retardem o processo de envelhecimento, diferentes formulações a partir do inhame e dos frutos da palma podem ser elaboradas constituindo-se como uma opção vantajosa para o processamento de matérias-primas não muito exploradas.

Agradecimentos

À FAPESB pela concessão de bolsa de iniciação científica para execução do estudo.

Referências

- BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls a and b in plant extracts. **Photochemistry and photobiology**, v. 2, p.241-249, 1963.
- CARDADOR-MARTINEZ, A.; JIMENEZ-MARTINEZ, C.; SANDOVAL, G. Revalorization of cactus pear (*Opuntia* spp.) wastes as a source of antioxidants. **Food Science and Technology**, v. 31, n. 3, p. 782-788, 2011.
- COSTA, G.N.S.; MENDES, M.F.; ARAUJO, I.O.; PEREIRA, C.S.S. Desenvolvimento de um Iogurte Sabor Juçará (*Euterpe edulis* Martius): Avaliação Físico-química e Sensorial. **TECCEN**, v. 5, n. 2 p. 43-58, 2012.
- FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497–509. 1957.
- FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as Food Colors**. New York: Academic Press, p.181-207, 1982.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene fortified orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3 ed. São Paulo, v.1, 533p, 2008.

MARQUES, K. M.; MATTIUZ, B-H.; MORGADO, C. M. A; GALATI, V. C.; MIGUEL, A. C. A. Formas de preparo de figo-da-índia minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n.spe 1, p. 606-611, 2011.

NAZARENO, M. A.; OCHOA, M. J.; DUBEAUX J. R. Proceedings of the second meeting for the integral use of cactus pear and other cacti and 1st south american meeting of the fao-icarda cactusnet terms de río hondo, santiago del estero, argentina september. **Cactusnet newsletter special**, v. 13, 2013.

OLIVEIRA, E. A.; JUNQUEIRA, S. F.; MASCARENHAS, R. J. Caracterização físico-química e nutricional do fruto da palma (*Opuntia fícus indica* L. Mill) cultivada no sertão do sub-médio São Francisco. **Holos**, v. 3, p. 113-119, 2011.

STROHECKER, R.; HENINING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**, 42 p. 1967.

UAILA, E. D. **Estudo fitoquímico e avaliação do valor nutricional do tubérculo inhame (*Dioscorea spp.*)**. 2015. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2015.

Capítulo 3

Determinação dos fatores de correção e cocção de hortaliças em uma unidade de alimentação e nutrição

Caroline dos Santos Lima*¹; Janllis Gabriela Mota¹; Lucineia de Pinho²; Suerlani Aparecida Ferreira Moreira Ruas², Kátia Pina Sepúlveda Hott ²

Resumo

As perdas existentes no pré-preparo dos alimentos nas Unidades de Alimentação e Nutrição podem auxiliar na avaliação do desperdício, um fato de suma importância devido aos custos gerados ao impacto social e ambiental. O objetivo do estudo foi determinar o desperdício de hortaliças em uma Unidade de Alimentação e Nutrição. Trata-se de um estudo transversal, descritivo e análise quantitativo, que foi realizado com as hortaliças utilizadas em uma unidade de Montes Claros, MG. Para determinar o fator de correção foi utilizada a relação entre o peso bruto e o peso líquido. O fator de cocção foi calculado ao realizar o pré-preparo, preparo e a coleta de peso das hortaliças. A aferição do peso das amostras de cada hortaliça foi realizada em dias diferentes e em triplicata. O fator de correção das hortaliças variou entre 1,07 a 1,46 e o fator de cocção 0,92 a 1,28. A unidade apresentou resultados em consonância com a literatura. Estimar as perdas que ocorrem nos processos desses alimentos é uma estratégia para evitar o desperdício nas Unidades de Alimentação e Nutrição e garantir a qualidade das refeições.

Palavras-chave: Desperdício de Alimentos. Nutricionistas. Planejamento de Cardápio.

Introdução

A alimentação é de extrema importância para o dia-a-dia das pessoas, em especial dos trabalhadores, uma vez que as refeições realizadas fora de casa cresceram de forma significativa, e estimulou o crescimento de empresas que forneçam refeições prontas, incluindo as Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN) (FEIL *et al.*, 2015). Neste contexto, o profissional nutricionista é essencial para ofertar ao comensal uma alimentação com qualidade, na qual atenda as necessidades

¹Discente, Curso de Nutrição, Faculdade de Saúde e Humanidades Ibituruna (FASI).

²Docente, Curso de Nutrição, Faculdade de Saúde e Humanidades Ibituruna (FASI).

*Autor para correspondência

Endereço: Av. Profa. Aida Mainartina Paraíso, 99 - Ibituruna, Montes Claros - MG, 39408-007. Telefone: (38) 9 8829-1979 E-mail: katia.sepulveda@yahoo.com.br

nutricionais enquanto o colaborador estiver dentro do ambiente de trabalho (VALENTE; TEIXEIRA; BARBOSA, 2013).

Observa-se que existem elevados percentuais de perdas e desperdícios de alimentos dentro da UAN, sobretudo nas etapas de manuseio, transporte e distribuição dos alimentos, desta forma, medidas sustentáveis devem ser estimuladas no setor de alimentação, com o objetivo de diminuir o desperdício de alimentos, melhorar a eficiência e minimizar a geração de resíduos que são dispostos no ambiente (FEIL *et al.*, 2015).

A técnica e dietética estuda e aplica os princípios e processos básicos da nutrição no organismo humano e tem como finalidade planejar, executar e adequar à forma de preparo dos alimentos para que possa tornar possível a utilização do alimento por completo, visando à preservação de nutrientes e a obtenção dos caracteres sensoriais desejáveis (PHILLIPI, 2014).

Neste contexto, verifica-se a busca por ferramentas que auxiliem na produção de refeições, tais como: a Ficha Técnica de Preparação (FTP), que possui indicadores per capita, fator de correção e de cocção, composição centesimal em macro e micronutrientes da preparação, rendimento e número de porções (COSTA *et al.*; 2010).

Um excelente indicador de desperdício dentro da unidade é o Fator de cocção e o de correção (FC). O Fator de cocção (Fcç) é obtido através da relação entre peso do alimento cozido/peso do alimento cru limpo (ORNELLAS, 2008). Já o Fator de correção (FC) é determinado como a relação entre o peso do alimento bruto, ou seja, na forma como foi adquirido, com cascas, talos, sementes, e o peso do alimento líquido, após passar por processo de limpeza (BARROS; GARCIA; ALMEIDA, 2010).

O fator de correção dos alimentos está relacionado diretamente com a mão de obra qualificada, utensílios apropriados para o manuseio e também a forma de higienização, manipulação e seleção das hortaliças. Este fator tem como finalidade diminuir ou evitar desperdícios, desde o processo de pré-preparo até o preparo do alimento, minimizando custos acima do planejado, assim otimizando o tempo das preparações e conservando os nutrientes das hortaliças (ARAÚJO; CARVALHO, 2015). O objetivo do estudo foi determinar o desperdício utilizando o fator de correção e cocção de hortaliças dentro de uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) da cidade de Montes Claros – MG.

Material e métodos

Trata-se de um estudo transversal, descritivo e análise quantitativa, e foi realizado em uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) de uma microempresa que presta serviços de refeições

coletivas, localizada no município de Montes Claros – MG. Utilizaram-se as seguintes hortaliças ofertadas pela empresa: abóbora moranga (Cucúrbita máxima), abobrinha italiana (Cucurbita pepo), batata doce (Ipomoea batatas), batata inglesa lisa (Solanum tuberosum 'Doré'), beterraba (Beta vulgaris, L.), cenoura (Daucus carota), chuchu (Sechium edule), mandioca (Manihot esculenta) e quiabo (Abelmoschus esculentus).

Foi solicitada a autorização da instituição para a realização da pesquisa, após a autorização iniciou-se a coleta de dados. As pesagens foram realizadas na própria UAN, por meio de uma balança da marca Micheletti® com capacidade de carga máxima de 150Kg. A balança utilizada é da própria unidade, na qual estava calibrada e devidamente certificada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

Para determinar o fator de correção foi utilizada a relação entre o peso bruto e o peso líquido ($FC = \text{peso bruto} / \text{peso líquido}$) (ORNELLAS, 2008). A obtenção do peso bruto foi realizada com as amostras das hortaliças na forma in natura. Em seguida, após o pré-preparo, foi aferido o peso líquido. A aferição do peso das amostras de cada hortaliça foi feito três vezes, em dias diferentes, totalizando três fatores de correção, denominados FC1, FC2 e FC3. Os fatores de correção encontrados foram comparados com estudos de Ornellas (2008) e Meira, Cruz e Dias (2012).

O fator de cocção ($F_{cç}$) foi calculado realizando-se o pré-preparo, preparo e coleta de peso das hortaliças. No pré-preparo as hortaliças foram limpas, descascadas e cortadas, evitando-se ao máximo, as perdas, e em seguida foram pesadas. O preparo constituiu na cocção das hortaliças, sob diferentes formas, posteriormente foi aferido o peso de todas. As hortaliças foram pesadas, para o processo de cocção foi utilizado um fogão, com a chama uniforme a fim de evitar diferença de temperatura entre as amostras, o que poderia influenciar no resultado final. As amostras foram avaliadas em triplicata, sendo calculado o valor médio desses resultados.

Através do valor encontrado foi possível identificar o rendimento das hortaliças. Posterior à obtenção dos cálculos dos fatores de correção e cocção, foi elaborada uma tabela com todos os alimentos e os respectivos fatores para fins comparativos com a literatura vigente. De posse dos dados foi realizado os cálculos, obtendo-se a média e o desvio padrão (DP) que foram tabulados e organizados em tabelas no programa Excel 2010. Todas as análises descritivas foram conduzidas no software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) – 22.

Resultados e discussão

O fator de correção (FC) é uma ferramenta de grande valor dentro de uma unidade de alimentação, pois caracteriza-se como uma técnica utilizada pelo profissional nutricionista na solicitação de compras, auxiliando na prevenção das perdas, minimiza o desperdício e não ultrapassa o valor estabelecido na elaboração das refeições (ORNELLAS, 2008). O FC auxilia na quantidade exata do alimento adquirido, e este fator deve ser empregado em conjunto com o planejamento do cardápio que será utilizado pela UAN, e assim, oferecer os benefícios nutricionais dos alimentos aos comensais (BOTELHO; CAMARGO, 2005). Na tabela 1 está apresentada a média dos fatores de correção e cocção das hortaliças avaliadas na Unidade de Alimentação de Montes Claros – MG.

Tabela 1 – Média dos fatores de Correção e Cocção das hortaliças avaliadas na Unidade de Alimentação de Montes Claros – MG

Hortaliça	Fator de Correção	Fator de cocção
Abóbora moranga	1,37	1,07
Abobrinha italiana	1,31	0,92
Batata doce	1,28	1,06
Batata inglesa	1,07	0,97
Beterraba	1,44	1,28
Cenoura	1,17	0,92
Chuchu	1,46	0,92
Mandioca	1,4	0,96
Quiabo	1,22	0,94

Fonte: Autoria própria (2019).

No estudo de Silva, Jesus e Soares (2016), os autores encontraram fatores de correção para a batata inglesa de 1,01; cenoura 1,06; chuchu 1,17 e quiabo 1,27. No trabalho de Fernandes, Fonseca e Pereira (2014), realizado em um restaurante comercial localizado na cidade de Viçosa-MG, os fatores de correção encontrados foram: batata (1,22), cenoura (1,30) e quiabo (1,32) foram maiores em comparação com Ornellas (2007). No trabalho de Alves e Ueno (2015) ao realizarem o fator de correção encontraram para a abobrinha 1,35 e 1,44, e para a cenoura 1,64. Araújo e Carvalho (2015) encontraram para a abobrinha 1,61; batata 1,18; beterraba 1,17; cenoura 1,17; chuchu 1,20.

Estes fatores de correção foram próximos aos encontrados no presente estudo, porém verificam que o procedimento de descasque com o descascador elétrico reduz muitas perdas, quando comparados aos procedimentos realizados com o descasque manual (com o uso da faca), mas é importante levar em consideração o tempo de processamento dentro do equipamento.

O Fator de Cocção (Fcc) caracteriza-se pelo processo de modificação do alimento, além de verificar qual o melhor método para cada hortaliça sem prejudicar as estruturas e a composição química da mesma. Neste sentido, observa-se a importância de estudos que avaliem os fatores de correção e cocção de hortaliças para auxiliar a estimar as perdas ao higienizar, manipular e selecionar esses alimentos, pois a utilização desses indicadores nas UANs poderia evitar que quantidades significativas de hortaliças sejam descartadas.

Verifica-se que dentro de uma UAN é importante o planejamento adequado do volume de refeições a serem servidas, pois visa entre outros aspectos diminuir ou controlar o desperdício de alimentos. Neste contexto, na literatura são apresentados valores dos fatores de correção e de cocção conforme demonstrado na tabela 2.

Desta forma, os fatores de correção e cocção determina o valor do desperdício do pré-preparo ao preparo, sofrendo influência do manipulador, equipamento e/ou utensílio utilizado e a forma de preparo (ORNELLAS, 2008). Além desses fatores, o FC das hortaliças depende do tipo de produto, da qualidade, do grau de amadurecimento e da safra (BOTELHO; CAMARGO, 2005).

A utilização adequada dos fatores de correção e cocção juntamente com o per capita tem como objetivo evitar perdas dentro da UAN, e favorecer a elaboração da ficha técnica de preparo (FTP), com dados para serem registrados. Logo, a ficha técnica é composta do per capita, fator de correção, fator de coção, rendimento entre outros dados. Em especial os fatores de correção e coção auxiliam a evitar o desperdício, melhorando assim o custo com a alimentação, além de apoiar o gerenciamento adequado da UAN. Verifica-se que um dos objetivos principais dentro da UAN é a redução do custo da alimentação e do desperdício de alimentos, e estes fatores de correção e coção calculados possibilitam uma correta elaboração da solicitação de compras, registrar corretamente os dados referentes aos alimentos, que caracteriza-se na confecção da ficha técnica de preparo, a UAN irá apresentar um gerenciamento adequado.

Tabela 2 – Avaliação estatística dos fatores de correção e cocção das hortaliças avaliadas na Unidade de Alimentação e Nutrição de Montes Claros – MG.

Hortaliça	Fator de Correção	Média/DP	Fator de Correção da Literatura
	Fator de correção	1,37±0,051	1,15 – 1,64 ¹
Abóbora moranga	Fator de cocção	1,07±0,025	0,93 – 0,98 ¹
Abobrinha	Fator de correção	1,31±0,075	1,33 – 1,38 ¹
italiana	Fator de cocção	0,92±0,023	0,93 ¹
	Fator de correção	1,28±0,015	1,13- 1,33 ¹
Batata doce	Fator de cocção	1,06±0,017	0,94 – 0,96 ¹
	Fator de correção	1,07±0,017	1,06 ²
Batata inglesa	Fator de cocção	0,97±0,011	0,95 – 0,96 ²
	Fator de correção	1,44±0,023	1,61 – 1,88 ¹
Beterraba	Fator de cocção	1,28±0,000	0,87 – 0,90 ¹
	Fator de correção	1,17±0,005	1,17 ²
Cenoura	Fator de cocção	0,92±0,055	0,87 – 0,90 ²
	Fator de correção	1,46±0,011	1,47 ²
Chuchu	Fator de cocção	0,92±0,057	0,90 ²
	Fator de correção	1,40±0,030	1,39 ¹
Mandioca	Fator de cocção	0,96±0,015	1,08 – 1,12 ¹
	Fator de correção	1,22±0,010	1,22 ²
Quiabo	Fator de cocção	0,94±0,005	1,25 – 1,48 ²

Legenda: ¹Ornellas (2008); ²Meira; Cruz; Dias (2012).

Fonte: Autoria própria (2019).

Conclusão

Verifica-se a importância das técnicas adequadas para a elaboração das preparações, possibilitando eficiência dentro da UAN, em especial na solicitação de compra. A utilização adequada dos fatores de correção, cocção juntamente com o *per capita* tem como objetivo evitar perdas dentro da unidade de alimentação favorecendo a diminuição dos custos. Os fatores de correção e cocção são necessários na UAN, pois estipula com precisão as perdas que ocorrem nos processos dos alimentos, uma vez que nas unidades de alimentação são produzidas um número elevado de refeições que utilizam hortaliças, evitando assim, desperdício dentro da mesma. Diante deste presente estudo

conclui-se que unidade de alimentação está dentro das referências estudadas, pois os valores encontrados não destoaram.

Referências

- ALVES, M. G.; UENO, M. Identificação de fontes de geração de resíduos sólidos em uma unidade de alimentação e nutrição. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 4, p. 874-888, 2015.
- ARAÚJO, E. M. L.; CARVALHO, A. C. M. S. Sustentabilidade e geração de resíduos em uma unidade de alimentação e nutrição da cidade de Goiânia-GO. **Demetra**, v. 10, n. 4, p. 775-796, 2015.
- BARROS, R. M.; GARCIA, P. P. C.; ALMEIDA, S. G. **Análise e elaboração dos fatores de correção e cocção de alimentos**. X Congresso Nacional de Iniciação Científica; 2010; São Paulo. p. 103-113.
- BOTELHO, R. A.; CAMARGO, E. B. Técnica dietética - Seleção e Preparo de Alimentos - Manual de Laboratório. 1a. ed. São Paulo: **Atheneu**, v. 1, 167p., 2005.
- COSTA, H. S.; VASILOPOULOU, E.; TRICHOPOULOU, A.; FINGLAS, P. New nutritional data on traditional foods for European food composition databases. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, n. Suppl 3, p. S73-S81, 2010.
- FERNANDES, V. P. T.; FONSECA, C. S.; PEREIRA, C. A. S. Influência da- mão- de obra e dos equipamentos sobre o fator de correção de perdas de hortaliças e frutas. **Revista Higiene Alimentar**, v. 28, n. 228/229, p. 100-104, 2014.
- FEIL, C. C.; ADAMI, F. S.; DAL BOSCO, S. M.; FASSINA, P. Pesquisa de satisfação dos comensais de uma Unidade de alimentação e nutrição. **Revista UNINGÁ**, v. 43, n. 1, p. 32-35, 2015.
- GOES, V. F.; VALDUGA, L.; SOARES, B. M. Determinação e avaliação do fator de correção de hortaliças em uma unidade de alimentação e nutrição de Guarapuava-PR. **Journal of Health Sciences**, v. 15, n. (ESP), p. 339-342, 2013.
- MEIRA, A. C.; CRUZ, S. S.; DIAS, R. F. Avaliação do fator de correção de frutas e hortaliças, preparadas em duas Unidades de Alimentação e Nutrição Institucionais, na Bahia. **Revista Higiene Alimentar**, v. 26, n. 208/209, p. 30-34, 2012.
- ORNELLAS, L. H. **Técnica e Dietética: seleção e preparo dos alimentos**. 6ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2008.
- PHILLIPI, S. T. **Nutrição e Técnica Dietética**. 2ed. Barueri, São Paulo. Manole, 2014.
- VALENTE, M. A. S.; TEIXEIRA, G. C.; BARBOSA, M. C. A. Perfil dos colaboradores de uma empresa de alimentação e nutrição de Belo Horizonte. **Nutrire**, v. 38, n. Suplemento 12º Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, p. 459-460, 2013.

Capítulo 4

Análise da rotulagem nutricional de pães integrais comercializados em Montes Claros-MG: teor de fibras e adequação com a legislação vigente

Ciméia Alves Santiago *¹; Lívia Diniz Oliveira Barral¹; Caroline dos Santos Lima¹; Kátia Pina Sepúlveda Hott²; Lucineia de Pinho², Suerlani Aparecida Ferreira Moreira Ruas²

Resumo

O binômio saúde e dieta tem gerado interesse maior pelo consumo de alimentos saudáveis, incluindo produtos integrais, como pães, que possuem um maior teor de vitaminas, minerais e fibras dos que os convencionais. A rotulagem dos alimentos é o meio de comunicação do produto com os consumidores e fornece informações nutricionais, ingredientes e calorias totais. Este estudo teve por objetivo analisar os rótulos de pães integrais selecionados aleatoriamente, comercializados em supermercados e padarias na cidade de Montes Claros, MG. Foi realizada a comparação com a quantidade apresentada no rótulo e a recomendação pela legislação vigente. Os rótulos de pães integrais avaliados, em sua maioria, apresentaram conformidade em relação às legislações brasileiras vigentes sobre a quantidade de fibras para que o pão seja considerado integral. Quanto a utilização da classificação “fonte de fibras” e “alto teor de fibras” apenas 26,66 % dos produtos de panificação estavam em acordo com a legislação. Já 66,66 % estavam coerentes com a legislação, em função da classificação do pão como integral. A presença de não conformidades nos rótulos de alimentos indicam a necessidade de ações de fiscalização e de outras medidas de rotulagem nutricional para segurança do consumidor.

Palavras-chave: Informação Nutricional. Qualidade de Produtos. Rotulagem de Alimentos.

Introdução

Os pães integrais são alimentos muito consumidos por serem ricos em fibras, e quando ingeridos regularmente reduzem o risco de doenças cardiovasculares, dislipidemia, hipertensão arterial, obesidade, diabetes mellitus, doenças gastrointestinais (SILVA *et al.*, 2014). A ANVISA

¹Discente, Curso de Nutrição, Faculdade de Saúde e Humanidades Ibituruna (FASI).

² Docente, Curso de Nutrição, Faculdade de Saúde e Humanidades Ibituruna (FASI).

* Autora para correspondência

Endereço: Av. Profa. Aida Mainartina Paraíso, 99 - Ibituruna, Montes Claros - MG, 39408-007. Telefone: (38) 9 9125-2304 E-mail: sufmoreira@yahoo.com.br

define fibra como “qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano”, (ANVISA, 2003). Sucintamente, as fibras são divididas em solúveis, que formam géis viscosos e são fermentadas no cólon, como a pectina, e insolúveis como o farelo de trigo que tem a fermentação limitada no intestino grosso e agem aumentando o volume do bolo fecal (ANDERSON *et al.*, 2009). Os resultados satisfatórios gerados pelo consumo adequado da fibra alimentar, estão associados, dentre outros, ao fato de que uma parte da fermentação de seus elementos acontece no intestino grosso, produzindo impacto direto sobre a velocidade do trânsito intestinal, o pH do cólon e a produção de subprodutos com significativa função fisiológica (DEVRIES, 2003).

A RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, delibera sobre o regulamento técnico da informação nutricional complementar, o subitem 5.1 dispõe sobre o conteúdo absoluto de propriedades nutricionais, determinando que os alimentos fontes de fibras são aqueles que contenham no mínimo 3g de fibras em 100g ou 100ml de produto final, ou ainda, possuam pelo menos 2,5g destas por porção do produto. Os produtos alimentícios declarados como tendo “alto teor” de fibras no rótulo, devem possuir pelo menos 6g destas, em 100 gramas ou 100ml de produto pronto ou 5 gramas de fibras por porção (BRASIL, 2012).

A ANVISA através da Resolução-RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000, traz como definição de pão integral “produto preparado, no mínimo, com 51 % de farinha de trigo integral”. Porém ainda há locais que produzem pães com quantidade menor que a estabelecida de farinha de trigo integral e os classificam como produtos integrais (BRASIL, 2000).

De acordo com estudo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2008-2009, a ingestão de pães integrais pelo sexo feminino foi de 2,4 % e o sexo masculino, o consumo de 1,3 %. Também foi verificada a ingestão de fibras, o qual houve uma média de consumo maior para a população do sexo masculino, ficando entre 20,4 g a 23,5 g por dia e o sexo feminino com a média de 17,6 g a 18,8 g, chegou-se à conclusão que 68 % da população brasileira está abaixo do consumo desejável de fibras (IBGE, 2011). De acordo com Macedo *et al.* (2012), o consumo adequado de fibras é de cerca de 20 a 35g por dia para adultos e 5g para crianças saudáveis (MACEDO *et al.*, 2012).

Com essa comprovação de baixa ingestão de fibras pela população brasileira, é de extrema importância a interpretação dos rótulos dos produtos industrializados para que melhores escolhas possam ser feitas (LEITE; LENQUISTE, 2017). Quando se fala de escolhas de alimentares, julga-se necessário trabalhar o que realmente são alimentos saudáveis, pois, a mídia mostra muitos dados que não são fidedignos, com finalidade apenas de promoção de sua marca sem pensar realmente na saúde da população (MARZAROTO; ALVES, 2017).

A rotulagem dos alimentos é o meio de comunicação do produto com os consumidores, através delas obtêm-se dados como as informações nutricionais, ingredientes e calorias totais (DRAMO, 2016). As resoluções publicadas pela ANVISA, RDCs n.ºs. 54/2012, 359/2003 e 360/2003 asseguram que os consumidores através da leitura desses dados possam fazer escolhas saudáveis e consequente prevenção de doenças (ANVISA, 2012; ANVISA 2003).

Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo avaliar os rótulos de pães integrais comercializados na cidade de Montes Claros-MG através de informações apresentadas em sua rotulagem, fazendo a comparação entre a quantidade apresentada no rótulo e a recomendação pela legislação vigente.

Material e métodos

Trata-se de estudo observacional e descritivo, de avaliação das rotulagens de diferentes marcas de pães integrais. A amostra desse estudo foi composta por rótulos de pães integrais, de quinze marcas distintas, escolhidas de forma aleatória, nomeadas de “A” a “O”, disponíveis para a venda em supermercados e padarias centrais da cidade de Montes Claros, MG, no ano de 2019. As marcas dos pães integrais analisadas não foram identificadas, a fim de preservar sua identidade. Os critérios de inclusão foram que as rotulagens possuísem a expressão “pão integral”.

Os rótulos foram avaliados tomando por base as legislações brasileiras, que dispõe sobre quantidade de farinha integral, fibras e classificação que produtos panificados devem conter. Foi feito um comparativo desses requisitos entre as marcas e avaliação da classificação conforme legislação RDC n.º 54, de 12 de novembro de 2012, que define fonte de fibras ou alto conteúdo de fibras (BRASIL, 2012). Avaliou-se, também, se as empresas estão se adequando ao Substitutivo ao Projeto de Lei n.º 5.081/2013, o qual dispõe sobre a comercialização dos pães integrais, assim como o primeiro ingrediente mencionado na informação nutricional, existência do selo de certificação de produtos integrais e preço (BRASIL, 2013). Neste estudo, utilizou-se a estatística descritiva, no qual os dados foram representados por meio de números absolutos e frequência. Os dados foram analisados no programa Excel®.

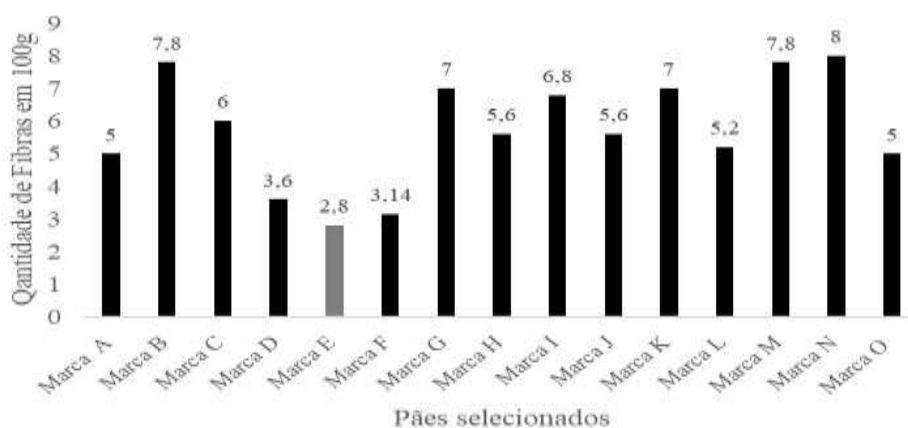
Resultados e discussão

Através das informações nutricionais contidas nos rótulos dos pães, foram identificados se os mesmos estavam adequados com a legislação vigente, no que se refere ao primeiro ingrediente

utilizado, teor de fibras e classificação. A RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, que delibera sobre o regulamento técnico da informação nutricional complementar, dispõe em seu subitem 5.1 sobre o conteúdo absoluto de propriedades nutricionais, determinando que os alimentos fontes de fibras são aqueles que contenham no mínimo 3g de fibras em 100g ou 100ml de produto final, ou ainda, possuam pelo menos 2,5g destas por porção do produto. Os produtos alimentícios declarados como tendo “alto teor” de fibras no rótulo, devem possuir pelo menos 6g destas, em 100 gramas ou 100ml de produto pronto ou 5g de fibras por porção (BRASIL, 2012).

A partir da tabulação dos dados observados nos rótulos, foi possível verificar que dentre as quinze marcas de pães integrais avaliadas, somente uma estava em desacordo com a legislação que determina o teor de fibras, possuindo apenas 2,8g em 100g do produto (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Teor de fibras analisado em rótulos de Pães Integrais



Fonte: Próprios autores, 2018.

De acordo com a RDC 54/2012, a partir de 6g de fibras para 100g do produto, o mesmo passa a ser classificado como “alto teor de fibra”, diante disto, foi verificado que 46,66 %, ou seja, sete rótulos analisados, continham o teor fibra a partir de 6g em 100g do produto final, devendo portanto, utilizar a classificação “alto teor de fibra” e constavam apenas a denominação “fonte de fibra”. Outros quatro produtos, possuem denominação diversa da que consta na legislação, restando apenas 26,66 % que se enquadraram nos parâmetros legais analisados (BRASIL, 2012).

De acordo com os componentes descritos nos rótulos de pães avaliados, foi observado que o primeiro ingrediente citado em 66,66 % dos produtos, foi a farinha de trigo integral que significa estar em maior proporção de acordo com as RDC’s nº 90/2000 e 259/2002. A farinha de trigo integral é proveniente da casca, do gérmen e do endosperma (ALVES *et al.*, 2013), garantindo a esses pães um

conteúdo maior de fibras”. Já 33,34 %, cinco marcas, apresentavam como maior quantidade em sua composição, a farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico ou farinha de trigo especial, que são o mesmo que a farinha de trigo comum (Gráfico 2). No Brasil, desde 2002 é acrescido às farinhas de trigo, os micronutrientes ferro e ácido fólico, como estratégia do Ministério da Saúde, que visa a redução da incidência de doença do tubo neural em bebês durante a gestação e para a prevenção da anemia (ANVISA, 2018).

Gráfico 2 - Primeiro ingrediente avaliado em rótulos de Pães Integrais



Fonte: Próprios autores, 2018.

A presença correta das informações no rótulo dos alimentos industrializados é essencial, logo que, as proporções de nutrientes são fundamentais para classificá-los, conforme preconiza a RDC nº 54/2012 (BRASIL, 2012) que traz as definições pertinentes em termos técnicos de aplicação na Informação Nutricional Complementar (INC) contida nos rótulos de alimentos embalados, classificando o alimento em “baixo teor”, “não contém”, “sem adição” e “fonte”, de acordo com a quantidade de seus nutrientes. A finalidade dessa resolução é compelir as empresas a disponibilizar informações corretas dos produtos embalados e comercializados, e dessa maneira resguardar o cliente de informações falsas e negligentes, fornecendo informações claras e objetivas para uma boa escolha na hora da compra.

Conclusão

Os rótulos de pães integrais avaliados neste estudo, em sua maioria, apresentaram conformidade em relação às legislações brasileiras vigentes sobre a quantidade de fibras para que o

pão seja considerado integral. Quanto a utilização da classificação “fonte de fibras” e “alto teor de fibras” apenas 26,66 % dos produtos de panificação estavam em acordo com a legislação e 66,66 % estavam coerentes com a legislação, em função da classificação do pão como integral.

Referências

- ALVES, L. F. P.; SOUZA A.L.B.; CARMO, Q.D.S.; SILVA, T.; ALVES, T.F.P. Beneficiamento e Processamento para a produção da Farinha de Trigo. IIV Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão. **Anais Eletrônicos**. Paraná, 2013, p. 1-10.
- ANDERSON J. W., BAIRD, P., DAVIS, R.H. Jr., FERRERI S., KNUDTSON, M., KORAYM, A., WATERS, V. WILLIAMS, C.L. Health benefits of dietary fiber. **Nutrition Review**, v. 67, n.4, p. 188-205, 2009.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Macrotema de Alimentos – Perguntas e Respostas. **Enriquecimento de Farinhas de Trigo e Milho com Ferro e Ácido Fólico**. 2º edição. Brasília, 13 de nov. 2018.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução. **RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 12 de novembro de 2012.
- BRASIL. **Resolução RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para fixação de identidade e qualidade de pão. Diário Oficial da União 20 out. 2000.
- BRASIL. **Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002**. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. Diário Oficial da União 23 set. 2002.
- DAMO, A. **Para além da comida-mercadoria: contradições da realidade e da consciência à luz da educação ambiental crítico transformadora**. 2016. 393 f. Tese (Doutorado em Educação Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental, Instituto de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande - RS, 2016.
- DEVRIES, J.W. On defining dietary fibre. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, n.1, p. 37-43, 2003.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE; 2011.
- BRASIL. Projeto de Lei Nº 5.081-A, de 2013. **Dispõe sobre normas de comercialização de pão integral**. Câmara dos Deputados. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 20 de novembro de 2013.
- LEITE, A. B.; LENQUISTE, S. A. Rotulagem nutricional de pães integrais: análise e conhecimento dos consumidores. **Colloquium Vitae**, n. Especial, p.150 -157, 2017.
- MACEDO, T.M.B.; SCHMOURLO, G.; VIANA, K.D.A.L. Fibra alimentar como mecanismo preventivo de doenças crônicas e distúrbios metabólicos. **Revista UNI**, n. 2, p. 67-77, 2012.
- MAZAROTTO, B.; ALVES, M. K. Leitura de rótulos de alimentos por frequentadores de um estabelecimento comercial. **Ciência & Saúde**, v. 10, n.2, p. 102-108, 2017.
- SILVA, V. C. P.; GALLON, C. W.; THEODORO, H. Avaliação das rotulagens e informações nutricionais dos pães integrais: fibras, sódio e adequação com a legislação vigente. **Demetra**; v. 9, n.4, 985-1001, 2014.

Capítulo 5

Análise sensorial e funcional do gelado com biomassa de banana verde (*Musa spp.*)

Luciana Karine Lommez Vaz^{*1}; Maria Renata Alcântara Carinhanha Barbosa¹; Suerlani Aparecida Ferreira Moreira Ruas²; Lucineia de Pinho²; Kátia Pina Sepúlveda Hott²

Resumo

Verifica-se o interesse por produtos que contenham propriedades nutritivas, e a banana é uma fruta de fácil aquisição. Logo, torna-se interessante o desenvolvimento de alimentos com propriedades funcionais, como o gelado de biomassa da banana verde. O objetivo do estudo foi desenvolver e avaliar aceitabilidade do gelado de biomassa de banana verde em universitários de uma faculdade privada na cidade de Montes Claros-MG. O gelado com biomassa de banana verde foi elaborado utilizando leite em pó, cacau em pó, biomassa de banana verde, da variedade Caturra, açúcar mascavo e água filtrada. Posteriormente, foi realizada a avaliação sensorial. Para determinar a composição centesimal utilizou-se uma tabela de composição de alimentos. O custo do gelado de biomassa ficou em R\$ 0,79 e, apresentou na constituição 5,9g de fibras na porção de 60g. Os resultados da aceitabilidade do gelado de biomassa de banana verde, verifica-se que 100 % gostaram da cor, 96,7 % apreciaram o sabor, 93,5 % gostaram do aroma, 95,9 % gostaram da textura, e 97,5 % dos provadores apreciaram todo o produto. Quanto à intenção de compra 80,5 % dos avaliadores comprariam o produto final. O gelado é uma alternativa para alimentação saudável, um produto com apelo funcional, além de uma alta quantidade de fibras.

Palavras-chave: Alimento Funcional. Tecnologia de Alimentos. Amido Resistente.

Introdução

Nos últimos anos, têm se destacado o aumento do interesse pela busca de hábitos de vida saudáveis, como o baixo consumo de alimentos ultraprocessados e a prática regular de exercícios físicos (CARNAUBA *et al.*, 2018). Verifica-se o surgimento de várias estratégias baseadas na

¹ Discente. Curso de Nutrição. Faculdade de Saúde e Humanidades Ibituruna (FASI).

² Docente. Curso de Nutrição. Faculdade de Saúde e Humanidades Ibituruna (FASI).

* Autora para correspondência

Endereço: Av. Profa. Aida Mainartina Paraiso, 99 - Ibituruna, Montes Claros - MG, 39408-007. Telefone: (38) 9 8829-1979 E-mail: katia.sepulveda@yahoo.com.br

implementação de ingredientes que possuem alguma propriedade funcional, sendo pesquisadas com o objetivo de ocasionar alterações favoráveis nos hábitos alimentares dos indivíduos (SILVA *et al.*, 2016). Neste contexto, a indústria tem preocupado em criar novos produtos para ofertar para as pessoas que buscam por uma alimentação mais saudável, tais como brigadeiros, *cookies* e sorvetes. Logo, a biomassa da banana verde tem sido utilizada como um complemento adicional para várias preparações devido a sua versatilidade de uso (RANIERI; DELANI, 2014).

A biomassa da banana verde é derivada da banana (*Musa spp.*) que é uma fruta de fácil aquisição, com elevada carga energética, baixo teor proteico e lipídico, altos teores de minerais tais como, manganês, potássio, zinco e iodo. Além de vitaminas do complexo B, vitamina C, vitamina A e ácido fólico presentes em maiores quantidades no fruto ainda verde do que maduro. Além de possuir uma quantidade significativa de amido resistente que funciona no organismo como fibra alimentar auxiliando o processo digestivo e favorecendo a formação da microbiota intestinal (GONÇALVES *et al.*, 2017).

No que diz respeito à composição nutricional, 100g de biomassa de banana verde contém aproximadamente 10,17g a 19,8g de carboidratos e 3,6g a 4,7g de fibras alimentares (DA SILVA, 2017). Desse modo, faz-se necessário a criação de novos produtos no mercado brasileiro que estimulem hábitos alimentares saudáveis, que disponham de benefícios funcionais promovendo maior saciedade, rico em vitaminas, auxiliem na melhora do fluxo intestinal e atuem na prevenção de doenças. O uso da biomassa de banana verde pode amenizar o desperdício de alimentos no país, a exemplo do gelado, uma das preparações possíveis com a biomassa de banana verde, servindo de sobremesa funcional para os dias mais quentes (SILVA *et al.*, 2016). O objetivo do estudo foi avaliar aceitabilidade do gelado de biomassa de banana verde em universitários de uma faculdade privada na cidade de Montes Claros-MG.

Material e métodos

O estudo realizado apresenta caráter descritivo, exploratório e quantitativo, visando desenvolver um produto alimentício. A amostra foi constituída por 123 acadêmicos, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 35 anos do curso de Nutrição de uma Faculdade privada do Norte de Minas Gerais. Os critérios de inclusão considerados no trabalho foram: o(a) acadêmico(a) estar regularmente matriculado(a); assinar e participar do estudo, por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido –TCLE e não ser intolerante e alérgico a nenhuma composição da formulação. Foram excluídos do estudo os participantes que tiveram rejeição da biomassa, não

assinaram o TCLE, e aqueles que não preencheram completamente o questionário, e são intolerantes ou que apresentem alguma alergia aos componentes da formulação.

Processo de produção da biomassa de banana verde

Com o objetivo de padronizar a matéria-prima necessária para elaboração da biomassa e garantir a qualidade do produto final, as bananas foram selecionadas pela coloração da casca, estando em estágio de maturação verde, sadias e uniformes. Para produção da biomassa, as bananas verdes foram lavadas com água corrente, cozidas com casca em panela de pressão por 10 minutos e homogeneizadas em processador de alimentos por 5 minutos.

Processo de elaboração do gelado de biomassa de banana verde

O gelado com biomassa de banana verde foi elaborado utilizando leite em pó, cacau em pó, biomassa de banana verde, da espécie Caturra, açúcar mascavo e água filtrada. Os produtos foram adquiridos nos estabelecimentos comerciais da cidade de Montes Claros, Minas Gerais. Para a elaboração do gelado os ingredientes foram pesados separadamente e, antes do preparo foi realizado um pré-teste para avaliar a melhor forma de preparo do alimento. O leite em pó, o cacau e o açúcar mascavo foram levados ao aquecimento em temperatura, monitorada constantemente, de 72° a 75°C. Após atingir a temperatura pré-determinada de 60°C os ingredientes foram acondicionados em geladeira convencional para a refrigeração do produto (PORTO, 2016).

Após o resfriamento, adicionou-se a biomassa de banana verde e foram levados para a batedeira até adquirir consistência homogênea. O gelado foi retirado e colocado nos copos de 50 ml, armazenados novamente em *freezer* convencional, com temperatura de -18°C por 4 horas aproximadamente (SILVA JÚNIOR, 2014). Em seguida, os gelados foram acondicionados em uma caixa isotérmica, para a distribuição e realização da avaliação sensorial. Para a distribuição dos gelados utilizou-se copos e pás descartáveis para degustação, e as pesquisadoras devidamente paramentadas com jalecos, luvas e toucas descartáveis, para a realização do teste.

Composição centesimal do gelado

Para determinar a composição centesimal das preparações, foi utilizada a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), e para os itens que não constaram nesta tabela, utilizou-se as informações contidas nos rótulos dos produtos utilizados nas preparações.

Determinação do custo do gelado

O custo foi calculado a partir dos preços sugeridos nos locais de venda dos gêneros utilizados para a confecção das preparações.

Verificação da aceitabilidade sensorial do gelado

Após a autorização da Instituição, na data proposta as pesquisadoras esclareceram e responderam as possíveis dúvidas e perguntas sobre a preparação do gelado e solicitaram aos participantes a assinatura do TCLE, posterior a esta autorização, iniciou-se a realização do teste de aceitabilidade e intenção de compra. O teste aconteceu no laboratório de Técnica e Dietética da Faculdade Privada, e os participantes foram orientados a experimentar o gelado de biomassa de banana verde, e a coleta aconteceu de maneira privada, para evitar contatos e quaisquer interferências por falas entre os participantes.

Para verificar o grau de aceitação da preparação elaborada, aplicou-se um questionário de aceitabilidade e intenção de compra. Aplicou-se um questionário com perguntas sócio-demográficas adaptadas, e na sequência realizou-se o teste da escala hedônica de aceitação, que expressa o grau de gostar ou de desgostar de um produto. A escala utilizada neste teste foi a de 9 (nove) pontos em que, em escala decrescente que varia de gostei extremamente até desgostei extremamente validada por Carneiro e Minim (2013). Na mesma ficha de avaliação os participantes expressaram a intenção de compra do produto avaliado, simulando uma situação hipotética de compra. Neste caso, utilizou-se o teste de intenção de compra, sendo uma escala de cinco pontos, variando de “certamente não compraria” a “certamente compraria”, conforme metodologia da ABNT (NBR 14141, 1998).

O resultado da análise sensorial foi separado conforme pontuação e pelos aspectos sensoriais (aroma, textura, sabor e aparência). A compilação dos dados da avaliação da aceitabilidade do gelado foi feita no programa Excel® 2010. A análise foi feita com base em dados tabulados e processados pelo software SPSS 22. Foram elaborados tabelas e gráficos para melhor visualização dos resultados

obtidos durante os testes. O projeto seguiu as diretrizes e normas que regem as pesquisas envolvendo seres humanos e animais (Resolução 466/12 de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde), e foi encaminhado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Associação Educativa do Brasil – SOEBRAS, sob o nº do parecer 3.217.253.

Resultados e discussão

Participaram da análise sensorial 123 acadêmicos, dos quais 69,1 % (n=85) eram do sexo feminino, com média de 21,8 anos, e 62,6 % (n=77) dos participantes estavam desempregados. Ao serem questionados sobre se já ouviram falar da biomassa de banana verde 82,9 % (n=102) responderam que nunca, e se já haviam consumido a biomassa de banana verde 92,7 % (n=114) afirmaram que não, e se já haviam consumido algum produto feito com biomassa de banana verde, 88,6 % (n= 109) disseram que não. O custo do gelado de biomassa de banana verde em R\$ 0,79. Na tabela 1 são apresentados os valores nutricionais para uma porção de 60g do gelado de biomassa de banana verde.

Tabela 1 - Informação nutricional o gelado de biomassa de banana verde. Montes Claros – MG, 2019.

PORÇÃO DE 60g (3 colheres de sopa)		
	Quantidade por porção	VD*
Valor calórico	75,3Kcal	3,8 %
Carboidratos	14,1g	4,7 %
Proteínas	1,7g	2,3 %
Gorduras totais	1,3g	2,4 %
Fibra Alimentar	5,9g	23,6 %
Cálcio	51,6mg	5,2 %
Ferro	0,1mg	0,7 %

Fonte: Das autoras (2019).

Legenda: (*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Conforme dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), verifica-se que mediante a lista de alegações das propriedades funcionais aprovadas, colocam que “as fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis” (ANVISA, 2016). Para o produto ter uma

alegação funcional, é necessário que o mesmo apresente na porção pronta para o consumo no mínimo 3g de fibras alimentares em 100g. Dessa forma gelado de biomassa de banana verde atende a esta premissa e pode receber alegação de propriedade funcional. O amido resistente apresenta propriedades prebióticas, e está presente na biomassa da banana verde, logo o mesmo auxilia na melhora do intestino dos indivíduos (ARAGÃO *et al.* 2018). O gelado de biomassa de banana verde elaborado apresentou na constituição 5,9g de fibras na porção de 60g.

Quanto à aceitabilidade, os provadores analisaram o gelado de biomassa de banana verde, de acordo com as notas obtidas, o produto elaborado apresentou aceitação acima de 70 %. Teixeira, Meineri e Barbeta (1987) sugerem um cálculo para o índice da aceitabilidade considerando a nota mais alta atingida na escala hedônica. Dutcoscy (1996) o critério para aceitabilidade sugere-se que a aceitação seja de 70 % para até 80 participantes e quando for superior adotar-se-á 60 %. Deste modo, pode-se afirmar que o produto elaborado apresentou uma excelente aceitação pelos acadêmicos. Na tabela 2 é apresentada a estatística descritiva da aceitação do gelado de biomassa de banana verde.

Tabela 2 - Estatística descritiva da aceitação do gelado de biomassa de banana verde em universitários de uma faculdade privada na cidade de Montes Claros-MG. n=123

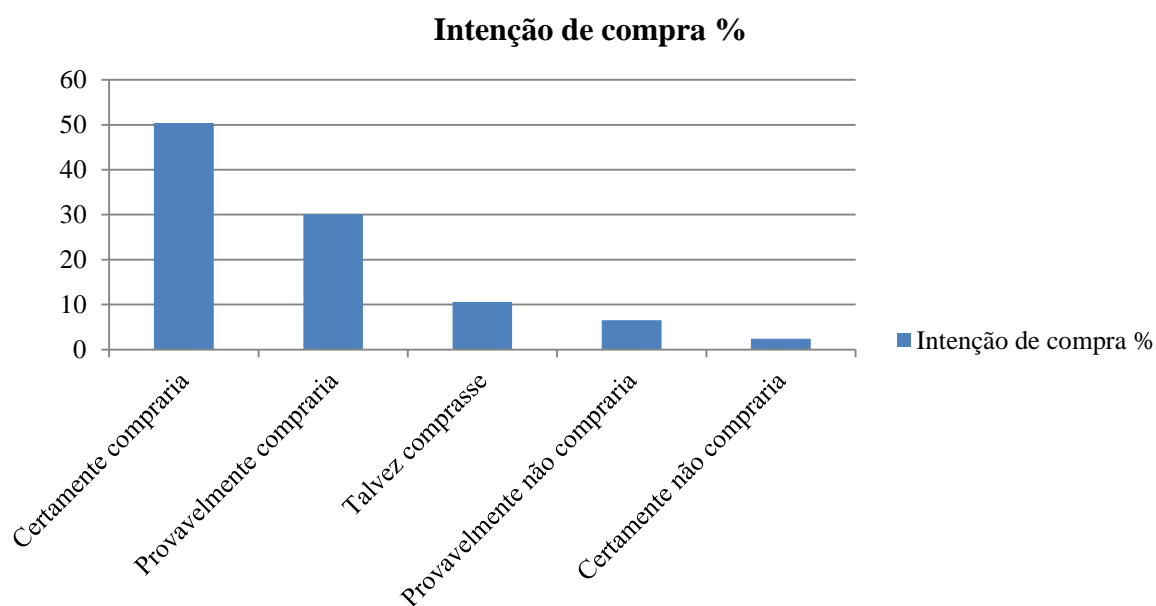
	Cor		Sabor		Aroma		Textura		Todo o Produto	
	n	%	N	%	n	%	n	%	N	%
Gostei	65	52,8	59	48,0	63	51,2	68	55,3	70	56,9
extremamente										
Gostei muito	35	28,5	33	26,8	33	26,8	32	26,0	34	27,6
Gostei	18	14,6	25	20,3	6	4,9	8	6,5	9	7,3
moderadamente										
Gostei ligeiramente	4	3,3	2	1,6	6	4,9	10	8,1	7	5,7
Indiferente	1	0,8	1	0,8	2	1,6	2	1,6	3	2,4
Desgostei	0	0	2	1,6	2	1,5	1	0,8	0	0
ligeiramente										
Desgostei	0	0	1	0,8	0	0	0	0	0	0
moderadamente										
Desgostei muito	0	0	0	0	0	0	1	0,8	0	0
Desgostei	0	0	0	0	0	0	1	0,8	0	0
extremamente										

Fonte: Das autoras (2019).

Os resultados da aceitabilidade do gelado de biomassa de banana verde, verifica-se que 100 % (n=123) gostaram da cor, 96,7 % (n=119) apreciaram o sabor, 93,5 % (n=115) gostaram do aroma, 95,9 % (n= 118) gostaram da textura, e em relação a avaliação de todo o produto 97,5 % (n=120) dos provadores aceitaram o produto final. O gelado de biomassa de banana verde apresentou boa aceitabilidade pela formulação desenvolvida. No estudo de Moraes; Machado e Escoutosão (2011), ao desenvolverem um sorvete de chocolate com biomassa de banana verde, obtiveram a aceitação de 81,66 % dos provadores.

Quanto a intenção de compra, verifica-se que o produto desenvolvido apresentou uma boa intenção, quando os provadores foram questionados quanto a compra do gelado de biomassa de banana verde (gráfico 1). Observa-se que 80,5 % (n=99) dos avaliadores disseram que “certamente compraria” e “provavelmente compraria”.

Gráfico 1 - Estatística descritiva da intenção de compra do gelado de biomassa de banana verde em universitários de uma faculdade privada na cidade de Montes Claros-MG. n=123



Fonte: Das autoras (2019).

Neste contexto, verifica-se que o gelado de biomassa de banana verde apresentou boa aceitação e intenção de compra para os parâmetros avaliados. Sendo assim, pode-se classificar o produto elaborado como uma excelente alternativa para a utilização da banana verde, além de ser uma opção de fácil acesso, e com o preço acessível.

Conclusão

Os resultados mostram a viabilidade da produção gelado de biomassa de banana verde, dada a aceitação sensorial quanto a diversos parâmetros e a intenção de compra por parte dos provadores. Desse modo, surge uma alternativa para uma alimentação saudável e de opção para lanche rápido, além de oferecer um produto com apelo funcional, uma vez que o produto elaborado apresentou uma alta quantidade de fibras.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14141: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro. 1998.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **IX - Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas**. 2016. Disponível em: < http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-atualiza-lista-de-alegacoes-de-propriedades-funcionais-e-de-saude/219201?inheritRedirect=false>. Acesso em 03 mai 2019.
- ARAGÃO, D. M. *et al.* Sorvetes sabor maracujá elaborados com biomassa da banana verde e sucralose. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.13, n. 4, p. 483-488, 2018.
- CARNAUBA, R. A. *et al.* Nutrição clínica funcional: uma visão integrativa do paciente. **Diagnóstico e Tratamento**, v. 23, n. 1, p. 28-32, 2018.
- DA SILVA, B. A. Elaboração de Biscoitos a Partir da Biomassa da Banana Verde. **CIENTEC-Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE**, v. 9, n. 1, p. 136-140, 2017.
- DUTCOSCY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba, Champagnat, 1996.
- GONÇALVES, J. Q. *et al.* Secagem da casca e polpa da banana verde (*Musa acuminata*): propriedades físicas e funcionais da farinha. **Global Science and Technology**, v. 9, n. 3, p. 62-72, 2017.
- MORAES, V. M. X.; MACHADO, F. M. V. F.; ESCOUTOSÃO, L. F. S. **Desenvolvimento e perfil sensorial de sorvete à base de biomassa de banana verde**. 2011. Disponível em: <http://insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/114.pdf>. Acesso em: 03 mai 2019.
- PORTO, S. W. **Aceitabilidade de sorvete de tamarindo com casca de jabuticaba**. Dissertação de Mestrado. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. Rio Verde. 2016.
- RANIERI, L. M.; DELANI, T. C. D. E. O. Banana verde (*Musa spp*): obtenção da biomassa e ações fisiológicas do amido resistente. **Revista Uningá Review**, v. 20, n. 3, p. 43-49, 2014.
- SILVA, A. C. C. *et al.* Alimentos contendo ingredientes funcionais em sua formulação: revisão de artigos publicados em revistas brasileiras. **Conexão Ciência (Online)**, v. 11, n. 2, p. 133-144, 2016.
- TEIXEIRA, E.; MEINER, E. M.; BARBETA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 180 p. 1987.

Capítulo 6

Avaliação da rotulagem nutricional dos produtos de uma panificadora industrial em Montes Claros, MG

Crisley Rocha Rodrigues^{*1}; Lilian Ferreira Neves²; Grayce Laiz Lima Silveira Durães³

Resumo

Rotulagem nutricional é o método utilizado para informar o consumidor sobre as características nutricionais dos alimentos e auxiliá-los nas escolhas. No Brasil, é regulamentada pela ANVISA - RDC 359 e RDC 360. Os produtos de panificação são alimentos comuns a mesa do brasileiro e com grande participação na indústria alimentícia nacional. A informação nutricional é direito do consumidor e fundamental para que este faça a correta escolha do alimento. Por isso, a necessidade de se investigar a adequação dos rótulos desses produtos. Objetivo: Avaliar os rótulos nutricionais dos produtos de uma panificadora industrial em Montes Claros, MG, de acordo com a legislação vigente. Metodologia: Foram analisados os rótulos de quinze produtos da panificadora legalmente estabelecida. Os rótulos puderam ser avaliados quanto ao valor nutricional declarado. Resultados: Foram analisados os rótulos de: pão francês, pão francês com gergelim, pão doce, pão tipo *hot dog*, pão de sanduíche, broinha fubá, bolo simples, bolo coco, bolo chocolate, biscoito de queijo, *croissant* frango, *croissant* presunto e queijo, pizza de calabresa, frango e presunto. Dos rótulos analisados, todos apresentaram adequação. Conclusão: A rotulagem nutricional do estabelecimento encontra-se regular, de acordo com a legislação, ressaltando a importância do profissional capacitado, oferecendo segurança ao consumidor.

Palavras-chave: Nutricionista. Produtos de panificação. Rotulagem nutricional.

Introdução

Atualmente a rotulagem nutricional de alimentos, no Brasil, é regulamentada pela RDC 359 e RDC 360 publicadas no ano de 2003 pela ANVISA. De acordo com a ANVISA, os rótulos são elementos essenciais para a comunicação entre o consumidor e o produto (ANVISA, 2008). Através

¹Graduanda em Nutrição, Faculdade de Saúde Ibituruna

²Nutricionista, pós-graduanda Universidade Estadual de Montes Claros

³Nutricionista, pós-graduanda Universidade Estadual de Montes Claros

deste elemento o consumidor tem acesso às características do produto, sua composição nutricional, poderá selecionar os alimentos adequados as suas necessidades específicas, e o rótulo ainda poderá servir como um mecanismo que influenciará na compra do produto. (FERRAREZI, 2008).

Dentre os setores alimentícios com maior demanda de informações nutricionais nas rotulagens, estão as empresas de panificação, principalmente devido à grande diversidade de matéria-prima e dos produtos ofertados. Padarias industriais são estabelecimentos alimentícios que produzem, embalam e transportam produtos de panificação, que obrigatoriamente devem estar devidamente rotulados.

Os produtos de panificação possuem um importante valor cultural em nossa região, além disso, os pães em suas diferentes formas são considerados uma importante fonte glicídica, por isso o guia alimentar para a população brasileira recomenda seu consumo em alguma das 6 porções do grupo dos cereais, raízes e tubérculos que devem ser consumidos diariamente (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008). A participação da indústria de panificação no setor alimentício no Brasil corresponde a 36,2 % (ABIP, 2009).

Com o objetivo de avaliar a adequação das informações nutricionais declaradas nos rótulos dos produtos de uma panificadora industrial, o presente estudo pode ser de grande relevância para a população que tem acesso a esses produtos, contribuindo assim para a melhoria na qualidade das informações prescritas nos rótulos e conseqüentemente para o aumento da segurança alimentar dos consumidores.

Material e métodos

O presente estudo avaliou as condições da rotulagem nutricional de um estabelecimento do tipo panificadora industrial, localizado no município de Montes Claros, MG. Este estudo caracterizou-se como sendo descritivo, transversal e quali-quantitativo. O objeto desta pesquisa foi a rotulagem de alimentos produzidos e embalados em uma panificadora industrial localizada em Montes Claros, MG.

A escolha do estabelecimento seguiu os seguintes critérios:

- Ser produtor e fornecedor de alimentos para o segmento industrial, institucional ou comercial de municípios do Norte de Minas e região;
- Estar legalmente estabelecido e ter a alvará sanitário devidamente atualizado;
- Ter um número mínimo de cinco (05) produtos confeccionados e embalados no local de produção embalados na ausência do cliente, em escala industrial;

- Ser autor dos rótulos e de todas as informações nele contidas;

Inicialmente foram identificados e listados todos os produtos comercializados pelo estabelecimento. Após, a pesquisadora obteve os rótulos dos produtos comercializados. Em seguida, analisaram-se as informações da rotulagem nutricional e comparou-as com a legislação vigente. Ao final desta etapa, foram identificados todos os rótulos que se encontravam adequados, de acordo com a legislação, e se apresentavam algumas incompatibilidades.

A pesquisadora acompanhou todo o processo produtivo e identificou as matérias-primas utilizadas na confecção de cada produto; logo após foram elaboradas fichas técnicas de preparação para comparação dos ingredientes apresentados no rótulo com os ingredientes utilizados, e o porcionamento dos produtos. Foram analisados produtos se cujas informações nutricionais estavam adequadas (ingredientes utilizados X ingredientes informados) e pode ser realizado o cálculo para verificar se os valores nutricionais informados estavam dentro da variabilidade permitida pela ANVISA (20 % para mais ou para menos).

Resultados e discussão

O presente estudo foi realizado em uma panificadora industrial, localizada no município Montes Claros, MG fornecendo produtos de panificação para estabelecimentos da região e adjacentes. A panificadora caracterizada como empresa de grande porte, fabrica em torno de 950 mil pães por semana, além de massa de pizza, bolos e biscoitos. A jornada de trabalho do estabelecimento é de 12 horas diárias (dividida em turnos) e de 44 horas semanais. O estabelecimento conta com 300 colaboradores envolvidos direta ou indiretamente com a rotina de produção.

Foram analisados os rótulos de quinze produtos fabricados e embalados na panificadora, entre eles o pão francês, pão francês com gergelim, pão doce, pão tipo *hot dog*, pão de sanduíche, broinha de fubá, bolo simples, bolo coco, bolo chocolate, biscoito de queijo, *croissant* frango, *croissant* presunto e queijo, pizza calabresa, pizza frango e pizza presunto.

A pesquisadora conseguiu acompanhar a etapa de confecção dos rótulos, *in loco*, pelo fato do procedimento ser feito na empresa. A rotulagem é confeccionada pela nutricionista responsável pela panificadora.

Para entender como aconteciam os procedimentos de rotulagem na panificadora, a pesquisadora acompanhou a nutricionista, que lhe forneceu todas as informações necessárias. A confecção de rotulagem é feita através do programa *SG Linear*. Após serem confeccionados, os

rótulos são impressos em etiquetas diferenciadas conforme padronizados pela empresa, pizzas são em etiquetas arredondadas, os pães em etiquetas retangulares e bolos em etiquetas quadradas e ajustados o tamanho conforme a etiqueta, fonte *Arial*. A impressora utilizada é o modelo *ZEBRA GC420t™*. A pessoa responsável pela confecção dos rótulos possui habilidade com o programa, e possui conhecimento técnico específico na área de alimentos e por isso conhece a legislação que regulamenta a rotulagem nutricional de alimentos. O programa para uso das etiquetas não é um *software* de rotulagem nutricional, para isso a nutricionista utiliza o *Dietwin* que é um *software* de nutrição e a partir deste, copia e insere informações nutricionais no programa *SG Linear* e ajusta esses dados na etiqueta.

Dos quinze rótulos analisados, 100 % deles não apresentaram inadequação com relação ao que determina a legislação. Dias, Prado e Godoy (2008), avaliaram os rótulos de 11 produtos diferentes em supermercados de São Paulo. Para cada produto foram analisadas de 2 a 5 marcas totalizando 44 marcas. Os rótulos foram comparados com os padrões estabelecidos pela ANVISA e foram identificados erros em 66 % das marcas analisadas. Abrantes (2007), avaliou rótulos nutricionais de fórmulas infantis e encontrou inadequações em 84 % dos rótulos analisados, foram encontradas diversas incompatibilidades, dentre as quais a falta de especificação do produto em medida caseira, falta de declaração de gordura trans e a falta de %VD para alguns nutrientes.

De acordo com a legislação RDC 359 de 2003, os rótulos podem ser apresentados de três maneiras distintas sendo elas verticais, horizontais e lineares. Pode-se observar que dos quinze rótulos apresentados, estão de acordo com a legislação, e seguem modelos estabelecidos pela ANVISA. Percebe-se que as informações encontram-se claras, pelo fato de haverem linhas separando as colunas. Observa-se também que o tamanho de letra utilizado na impressão dos rótulos é ideal, e que a cor branca, utilizada para impressão dos rótulos facilita a leitura por parte dos consumidores.

Além da apresentação dos rótulos estar em conformidade com a legislação, as informações presentes também encontram-se adequadas. Os rótulos nutricionais dos quinze produtos trazem as quantidades de calorias, proteínas, gorduras saturadas, carboidratos, gorduras totais, que são nutrientes obrigatórios de acordo com a legislação e também de colesterol, que passou a ser facultativo a partir de 2003. Constam também nos rótulos as quantidades de fibra alimentar, sódio e gorduras *trans* que se tornaram obrigatórias com a nova legislação.

Os rótulos dos produtos apresentam nutrientes citados anteriormente, como a fibra alimentar, que deve constar obrigatoriamente, e do cálcio que não é um nutriente obrigatório, mas poderá aparecer no rótulo se estiver no produto em quantidades significativas. É importante ressaltar que se algum nutriente não estiver presente no produto em quantidades significativas, este nutriente pode

estar ausente na tabela, entretanto é preciso que exista uma frase explicativa ao final do rótulo que diga: este produto não contém quantidades significativas de: (nome do nutriente) (ANVISA, 2003). Na análise dos rótulos foram identificadas frases explicativas para os nutrientes em questão.

A ANVISA determina desde 2003 que as informações nutricionais presentes nos rótulos precisam estar baseadas em uma dieta de 2000 kcal, e esta informação precisa estar declarada abaixo do rótulo nutricional, entretanto todos dos rótulos analisados apresentaram esta informação.

Outro ponto de coerência entre a legislação e os rótulos dos produtos é com relação ao porcionamento. A ANVISA determina que o porcionamento dos produtos esteja expresso em medidas caseiras e disponibiliza o regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional, através da qual podem ser definidas as porções de cada produto comercializado. A maior parte dos rótulos analisados indica a porção do produto em medidas caseiras, todavia, as porções indicadas nos rótulos dos produtos seguem a tabela.

Ainda podemos observar que apesar de a maioria dos rótulos apresentarem farinha de trigo como ingrediente, e apenas em um deles aqui citados não contem farinha de trigo na receita, (biscoito queijo) neste aparece a advertência: “Contém glúten”. Em virtude de ser os mesmos manipuladores e utilizarem os mesmos equipamentos e utensílios, e a empresa não disponibilizar um espaço para elaboração, estoque e venda de produtos isento de glúten, então deve-se utilizar essa regra para informar e alertar o consumidor. Outro ponto importante e obrigatório é constar a data de fabricação para que o consumidor saiba a data de validade. Dessa forma, como os rótulos apresentados, o consumidor fica informado da data de vencimento do produto.

Conclusão

O presente estudo avaliou rótulos nutricionais de quinze produtos de uma panificadora industrial localizada em Montes Claros, MG. Os rótulos foram avaliados de acordo com as informações declaradas, baseando-se nas legislações RDC 359 e RDC 360 da ANVISA e em fichas técnicas de preparação elaboradas durante o estudo.

Os produtos comercializados no estabelecimento são fornecidos a grandes, médios e pequenos comerciantes que não possuem demanda suficiente para produção e então compram os produtos para revenda. Diariamente esses produtos são ofertados a consumidores que adquirem e consomem os produtos por um valor nutricional.

A confiabilidade dos rótulos demonstra a segurança alimentar do consumidor, e ressalta a necessidade de impor a presença de um responsável técnico na indústria alimentícia e dessa forma assegurar um maior controle da produção e comercialização de alimentos no país.

Referências

ABIP. **Performance do setor de panificação brasileiro de 2009**. Brasília, 2010. Disponível em: < http://www.abip.org.br/perfil_internas.aspx?cod=34> Acesso em: 10jun. 2019.

ANVISA. **Regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional**. Resolução n. 359, de 23 de dezembro de 2003. Brasília, 2003. Disponível em:< http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc/359_03rdc.pdf>Acesso em: 10jun. 2019.

ANVISA. **Regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados**. Resolução n. 123, de 13 de maio de 2004. Brasília, 1998. Disponível em: < <http://e legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=11057>>Acesso em: 10 jun. 2019. ANVISA. **Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação aos consumidores, educação para o consumo saudável**. Brasília, 2008.Disponível em<10jun. 2019.

DIAS, F. F. G. PRADO, M. A. GODOY, H. T. Avaliação da rotulagem nutricional obrigatória em embalagens segundo o modelo padrão da ANVISA. **Revista Analytica**, São Paulo, n. 34, p. 56-68, 2008

FERREIRA, A. B. LANFER-MARQUEZ, U. M Legislação brasileira referente à rotulagem nutricional de alimentos. **Revista de nutrição**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 83-93, 2007

LOBANCO, C. M. VEDOVATO, G. M. CANO, C. B. BASTOS, D. B. M Fidedignidade de rótulos de alimentos comercializados no município de São Paulo, SP. **Revista de saúde pública**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 499-505, 2009.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. 1. Ed. Brasília, 2008.

Capítulo 7

Análise de conteúdo de água durante o processo de malteação do sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*)

Emily Sabrina Castor Martins*¹; Verônica Martins Alves Souza¹; Maria Stéfany Silveira Freitas¹; John Michael Martins Amaral¹; Ana Caroline de Souza Silva¹, Rodolpho Cesar dos Reis Tinini²

Resumo

A malteação é o processo natural ou forçado que o grão sofre para ativar enzimas e gerar mudanças em sua estrutura. O sorgo, grão de fácil acesso e baixo valor aquisitivo, possui características semelhantes ao do milho, o que o torna um alimento potencialmente nutritivo, saudável e de consumo seguro para portadores da doença celíaca. A germinação do sorgo é essencial para se obter um malte de alto valor nutritivo, onde o aumento da umidade é necessária para que o grão se torne capaz de realizar a produção de enzimas que serão responsáveis por converter o amido em açúcar durante a brasagem. O trabalho como um todo envolveu quatro processos, a maceração, onde o grão ficou imerso em água durante 48 horas, a germinação, deixando o grão em repouso por 165 horas, a secagem, em que foram colocados em uma estufa a 60°C por 7 horas e pôr fim a crivagem, realizando a retirada das radículas dos grãos. Através o trabalho tem como objetivo a análise de umidade do malte de sorgo.

Palavras-chave: Doença celíaca. Germinação. Malte. Umidade.

Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) é um cereal da família Poaceae e nativo da África. É o quinto cereal de maior produção no mundo. (STAMPINI *et al.*, 2012) Nos últimos 50 anos, a área de sorgo plantada no mundo cresceu 60 % e o rendimento aumentou em 244 %. Em muitos países da África e Ásia produz-se alimentos importantes a partir do sorgo para a população, sendo utilizado basicamente na forma de farinha. Algumas tentativas de introdução deste hábito alimentar no Brasil vêm ganhando força, desempenhando importante papel na alimentação humana, sendo cultivado,

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias – Discentes do curso de engenharia de alimentos

² Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias - Docentes do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental

*ecemilypassarinho94@gmail.com

principalmente, visando a produção de grãos, para suprir a demanda das indústrias de ração animal ou como forragem, para alimentação de ruminantes e praticamente não há consumo na alimentação humana, sendo assim, o sorgo vem ganhando força devido ao seu teor nutricional semelhante ao do milho, livre de glúten, faz com que se torne um cereal totalmente seguro para o desenvolvimento de produtos alimentícios destinado aos consumidores celíacos (HANCOCK, 2000). O aumento progressivo de casos de intolerância ao glúten tem resultado em demanda ascendente por novos produtos nutritivos e de alta qualidade, que sejam isentos dessa proteína, já que o tratamento para a doença celíaca consiste na exclusão total do glúten na dieta. Outra grande vantagem pra indústria de alimentícia é o menor custo de produção, vislumbrando a possibilidade de redução de custos e também apresentar um apelo funcional. Tais características dependem de um malte com qualidade nutricional e adequado para o consumo de pessoas com essa condição. Um dos principais objetivos da malteação é a produção de enzimas que irão atuar em diversas transformações nas substâncias de reserva do grão durante o processo de germinação e também atuaram no processo de mosturação (etapa do processo de produção de cerveja) provocando desdobramentos desejáveis (TSCHOPE,1999). A malteação se divide em quatro etapas: maceração, germinação, secagem e crivagem.

A maceração fornece às sementes o grau de umidade necessário para a germinação realizando a inibição da dormência do grão e possibilitando o desenvolvimento do embrião, de acordo com Schuster (1962) durante o processo de maceração, mesmo sem utilizar qualquer produto químico, certa quantidade de microorganismos aderidos a casca do sorgo são eliminados através do contato do grão com a água e essa remoção pode ser mais eficiente quando utiliza-se processo de aeração (SCHUSTER, 1962). A germinação nada mais é do que a transformação de uma semente em uma nova planta. Para se dar início a germinação precisa-se primeiramente aumentar o teor de umidade do grão e após fornecer oxigênio e calor suficiente (TSCHOPE, 1999), sendo assim, esse processo permite o desenvolvimento e crescimento do embrião possibilitando a formação de enzimas, modificando a estrutura do amido, tornando-o mais macio e solúvel (“TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO DE MALTE : UMA REVISÃO TECNOLÓGICA DE FABRICAÇÃO DE MALTE : UMA REVISÃO”, 2011) A secagem é a etapa da interrupção da germinação que busca a remoção de água preservando as enzimas, removendo substâncias indesejadas e atingindo o grau de umidade desejado. Por fim, a crivagem é a remoção da radícula formada no processo de germinação.

A qualidade do malte de sorgo é influenciada pelas condições da malteação, tais como tempo e temperatura de imersão, de germinação e de secagem (ARTICLE, 2018).

O objetivo do presente estudo é analisar a secagem de malte de sorgo submetido a quatro tempos diferentes de germinação. Malteação é o processo de germinação de cereais sob condições controladas que gera as enzimas hidrolíticas, as quais clivam os compostos principais - amido e proteínas -, para proporcionar açúcares fermentáveis, amino nitrogênio livre e aminoácidos.

Material e métodos

Realizou-se o processo de maceração no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG Campus Montes Claros, no laboratório de Física do bloco D e a secagem no laboratório de Sementes do bloco A. Pesou-se em uma balança de precisão 2,508 kg de sorgo, lavados em água corrente e aspergidos com álcool 70 %. Iniciou-se a maceração imergindo os grãos em um balde com 7 L de água homogeneizado com 14 mL de solução NaOH em concentração de 0,5 %, o hidróxido de sódio ou hidróxido de cálcio são adjuntos da produção de malte e podem ser adicionados na etapa de maceração do sorgo (ZSCHOERPER,2009), mantido em repouso na geladeira a 25°C por 6h. Em seguida, lavou-se o sorgo em água corrente e borrifou-o com álcool 70 %, a água foi trocada a cada 6h totalizando quatro trocas de água, no processo de maceração em um tempo de 24 horas.

Após este período iniciou-se o processo da germinação, que é a absorção de líquidos pelo grão e o crescimento do embrião (radícula), retirando toda a água do balde e deixando os grãos a uma temperatura de 18°C por 144 horas, lavando os grãos em água corrente e álcool 70 % em intervalos de 6 horas e recolheu-se uma porção de 800g de sorgo a cada 48h, posteriormente espalhou-se a porção em bandejas e colocou-as em uma estufa de circulação de ar a 60°C por 6h, em intervalos de uma hora recolheu-se três amostras de aproximadamente 5g de sorgo que foram armazenadas em cadinhos. Ao finalizar a secagem, todas as amostras coletadas foram colocados na estufa a 105°C por 24h e em seguida pesadas novamente. O teor umidade do malte de sorgo foi definido por meio de cálculos em planilhas do Excel 2013, subtraindo o peso inicial de cada amostra (aproximadamente 5g) pelo peso final (após a secagem a 100C), sendo que os valores de umidade obtidos para cada tempo pode ser observado na Figura 01.

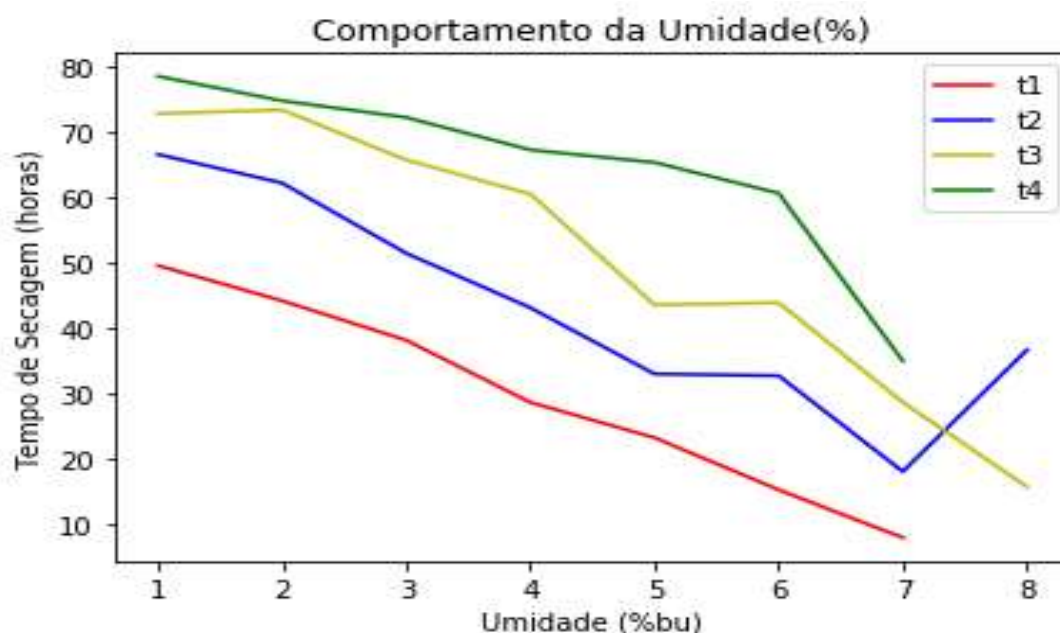
Os resultados obtidos foram submetidos a uma análise estatística, onde para cada tempo e germinação tem-se três repetições, assim aplicou-se a análise de variância (ANOVA) ao teste de comparação de média de *Tukey*, ambos ao nível de 5 % de significância (p -valor < 0,05) com auxílio do software estatístico *RStudio*.

Resultados e discussão

Observou-se que a germinação (t1) apresentou uma menor umidade comparada as germinações t2, t3 e t4, que a partir dos valores encontrados na análise estatística em Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) com teste de média *Tukey*, pois para a germinação t1 obteve-se um coeficiente de variância (CV) de 4,43 % demonstrando uma maior precisão dos resultados obtidos, o teste também demonstrou que para os diferentes tratamentos houve uma diferença significativa, que era o esperado, pois em alta temperatura em um maior período de tempo proporciona uma maior facilidade para a perda de umidade do grão de sorgo para o ambiente, sendo assim, houve controle da heterogeneidade da germinação t1. Já para as outras germinações os CV foram superiores a 10 % e vale ressaltar que para a germinação t2 foi obtido o CV igual a 37,84 %, sendo assim, o teste *Tukey* não foi adequado para a análise da germinação t2.

A umidade final da secagem das germinações foram superiores ao valor esperado. A germinação influencia diretamente na secagem, sendo que quanto maior o tempo de germinação maior será o tempo de secagem para atingir a umidade desejada. A germinação t1 em relação as outras germinações, apresentou um valor de umidade mais próximo do aceitável, porém não foram resultados satisfatórios em nenhuma das germinações, visto que o valor da umidade final deve ser entre 3 a 5 % (BEKELE; BULTOSA; BELETE, 2012).

Figura 01 - Tempo de secagem em relação a umidade do grão



A Figura 01 apresenta a diminuição da umidade no decorrer do tempo de secagem das quatro germinações (t1, t2, t3 e t4), com o passar do tempo dos grãos na estufa de circulação de ar quente houve uma maior perda de umidade. O processo de germinação aumenta a umidade relativa (UR), isso faz com que o processo seja mais lento, visto que a água pode estar no sistema de constituição, isso faz com que tenha maior dificuldade para secar o produto mostrado na Figura 01 pelo maior teor de umidade pós secagem a 60°C.

Um indicativo de processo de secagem maior pode favorecer as reações de maillard e promover grãos mais caramelizados, no nosso caso seria indicado como um trabalho futuro a utilização de análises de amidos específicos para verificar se a sacarificação do amido disponível e possível e se suas concentrações fazem com que tenhamos um malte de qualidade. Mas a princípio enxergamos que quanto mais tempo germinado mais a água é absorvida na constituição do grãos, ou seja, não é fácil de ser retirada, indicando um processo bioquímico de transformação enzimático, porém para selecionar o melhor prazo de germinação ainda não é possível, sem análises de amidos específicos após a secagem e que o processo de secagem tem que ser maior e com uma possível secagem futura até a umidade de armazenamento.

Conclusão

O mercado alimentício busca produzir alimentos que se adequem as necessidades dos consumidores, o público alvo deste trabalho são os celíacos, que possuem intolerância ao glúten, o malte de sorgo é isento de glúten, tornando a cerveja produzida a base deste cereal ideal para os celíacos. Para uma boa qualidade do malte de sorgo, o grão deve apresentar um grau de umidade equivalente entre 3 a 5 % após o processo de secagem. Os resultados das germinações 1, 2, 3 e 4 não foram satisfatórios, pois apresentaram um teor de umidade superior ao desejado, portanto, o tempo de secagem deve ser superior a 7 horas.

Referências

- AWIKA, J. M.; YANG, L.; BROWNING, J. D.; FARAJ, A. Comparative antioxidant, antiproliferative and phase II enzyme inducing potential of sorghum (*Sorghum bicolor*) varieties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 6, p. 1041-1046, 2009.
- BATHKE LD, DRESCH MR e SOUZA CFV (2013) Elaboração e avaliação de alguns aspectos da qualidade de cerveja isenta de glúten. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, 9: 11-19.

BEKELE, A; BULTOSA, G; BELETE K; The effect of germination time on malt quality of six sorghum (*Sorghum bicolor*) varieties grown at Melkassa, Ethiopia. **The Institute of Brewing & Distilling**, v. 118, p. 76–81, 2012.

BRITO S (2016) Embrapa: Sorgo é rico em nutrientes e antioxidantes, aponta pesquisa. Disponível em: < <https://www.embrapa.br> >. Acessado em: 23 de novembro de 2017.

TOMASINI FB, PAN IT, BARRETO LTP, SANDRI IG; KALNIN JL (2016) Utilização de sorgo na produção de bebidas fermentadas alcoólicas glúten-free. Cervecon: Congresso Latino Americano de Ciência e Mercado Cervejeiro. 1: 274-279

Capítulo 8

Análise da adequação da rotulagem nutricional de biscoitos doces maisena comercializados em Diamantina, MG

Rosimere Campos Ferreira*¹; Irani Alves Leite ¹; Tallita Cristina Oliveira¹; Fabiane Neves Silva²; Harriman Aley Moraes³

Resumo

A rotulagem de alimentos é uma importante fonte de informação e orientação nutricional ao consumidor a respeito da qualidade e da quantidade dos seus constituintes nutricionais. O comércio de biscoitos é considerado um setor de destaque no Brasil. Devido a sua popularidade e alto consumo, o objetivo do trabalho foi avaliar a conformidade da rotulagem nutricional de biscoitos doces maisena com a legislação vigente. Foram avaliados 12 produtos de diferentes marcas, adquiridos no comércio varejista de Diamantina-MG. A análise da rotulagem foi realizada por meio de *check-lists* elaborados em conformidade com as legislações vigentes da agência nacional de vigilância sanitária. Verificou-se que 100 % dos produtos apresentaram as informações nutricionais obrigatórias, entretanto, 29,41 % dos produtos estavam inadequados quanto à legibilidade das informações. Outro fator observado foi a presença de informações opcionais na tabela nutricional de alguns biscoitos, sendo este um ponto positivo, pois, quanto mais informações disponibilizadas ao consumidor, maior será a confiança e a aceitabilidade do produto. Conclui-se que, apesar da existência de várias legislações, ainda é possível encontrar produtos com inconformidades, necessitando de uma maior fiscalização dos órgãos responsáveis.

Palavras-chave: Alimentos Ultraprocessados. Informação. Orientação.

¹ Discentes, do curso de Nutrição/ Departamento de Nutrição, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

² Discente, do Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

³ Docente, Departamento de Ciências Básicas/ Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

Introdução

O atual estilo de vida urbano, baseado na praticidade, na falta de tempo e influenciado pela mídia, trouxe profundas modificações na forma como as pessoas preparam e se relacionam com os alimentos (MONTEIRO, *et al.*, 2005). O que justifica tal situação, é que os hábitos alimentares vêm mudando, e com eles crescem a cada dia o número de pessoas com doenças crônicas não transmissíveis como: obesidade, hipertensão, diabetes mellitus tipo 2, e doenças cardiovasculares.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, biscoitos são produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e/ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não, podendo apresentar cobertura, recheio, diversos formatos e texturas (BRASIL, 2005 apud ABREU, 2018).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados – ABIMAPI, o consumo por habitantes por ano de biscoito no Brasil em 2016 foi de 8,20Kg, o setor atingiu o **volume de vendas cerca de 1,8 mil toneladas em 2018, representando um consumo per capita de 8,7kg/ano** (ABIMAPI, 2018).

Geralmente os biscoitos são constituídos por farinha, açúcar e gordura, possuem um baixo teor de umidade e baixa atividade de água, por isso apresentam uma longa vida de prateleira. Devido à sua composição, os biscoitos estão entre os alimentos processados de menor custo e maior praticidade, saborosos e fáceis de serem transportados, consumido por todas as classes sociais, tanto dentro como fora de casa (CHOWDHURY *et al.*, 2012 apud ABREU, 2018).

A rotulagem é considerada uma ferramenta excepcional de informação e orientação ao consumidor. Através dela, é possível garantir o direito ao acesso às informações sobre as características e composição dos produtos e possibilitar que sejam feitas escolhas adequadas e conscientes no momento da compra. Os rótulos são compostos por lista de ingredientes, quantidade, data de fabricação, validade e informação nutricional e devem ser apresentadas de forma clara e precisa (MOURA *et al.*, 2009; GRANDI; ROSSI, 2010; GARCIA *et al.*, 2015).

Nessa perspectiva, observa-se a necessidade do monitoramento da rotulagem para que haja segurança alimentar e nutricional. Esse monitoramento deve ser realizado pelos órgãos de vigilância através das legislações que foram regulamentadas, o que permite a fiscalização e a qualidade dos alimentos (MELLO; ABREU; SPINELLI, 2015). O fato é que os rótulos são canais de comunicação entre fabricantes e consumidores e por isso ele é considerado um meio de assegurar o acesso a toda informação sobre um produto alimentício, e quando são bem compreendidos permitem que as escolhas sejam feitas de forma mais sensata, com segurança.

Considerando-se que o rótulo de um alimento embalado representa a principal forma pela qual o consumidor “interage” com a indústria alimentícia e que a inconformidade das informações apresentadas pode representar um risco à saúde do público alvo, torna-se necessário por esses motivos, avaliar a adequação da rotulagem nutricional de biscoitos doces maisena em consonância com a legislação vigente.

Material e métodos

1. Prospecção dos produtos

O primeiro momento da coleta dos dados consistiu na visita aos supermercados varejistas de Diamantina, para identificação dos produtos comercializados nestes locais. Foram identificadas 12 amostras de biscoitos doces maisena de diferentes marcas (A, B, C, D, E). Durante toda a realização da pesquisa, os estabelecimentos e os produtos foram identificados por códigos numéricos aleatórios, para garantir o sigilo das informações coletadas.

2. Avaliação da informação nutricional

A análise da rotulagem foi realizada por meio de *check-lists* elaborados em conformidade com as legislações vigentes da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – (ANVISA, 2003 a, b, c; 2006).

Resultados e discussão

Foram selecionados 12 produtos para a análise da adequação das informações nutricionais. Os grupos das amostras obtidos da avaliação de diferentes tipos de marcas de biscoitos doces maisena, comercializados na cidade de Diamantina – MG encontram-se dispostos na Tabela 1.

Ao avaliar os rótulos, foi possível verificar que todos os produtos avaliados apresentaram as informações nutricionais obrigatórias de acordo com a RDC (Resolução de Diretoria Colegiada) nº 359 e nº 360. Resultados semelhantes ao trabalho, foi encontrado por Feitosa *et al.* (2017) no qual 100 % das amostras também apresentaram adequadamente as informações: Porção, Valor energético, Carboidratos, Proteínas, Gorduras totais, trans e saturadas, Fibra alimentar e Sódio.

De acordo com a RDC nº 360, a apresentação da rotulagem nutricional, deve estar em lugar visível, com caracteres legíveis e ter uma cor contrastante com o fundo onde estiver impressa, no

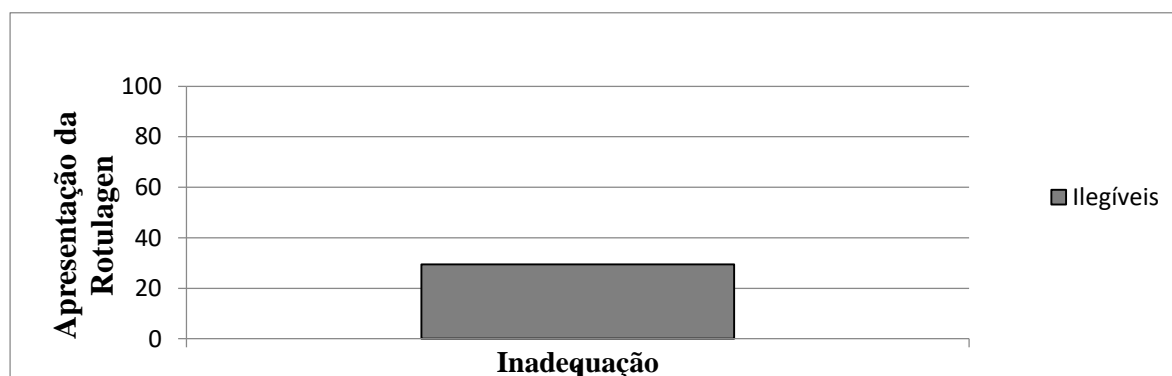
entanto, neste estudo observa-se que 29,41 % dos produtos estavam inadequados quanto à legibilidade das informações. (Gráfico 1).

Tabela 1 – Listas de biscoitos doces maisena comercializados na cidade de Diamantina, MG em 2018

Grupo	Marca	Quantidade
Integral	A, B	2
Light	C	1
Chocolate	A, B	2
Tradicional	A, B, C, D, E	6
Vitaminado	C	1
	Total	12

Fonte: Dos autores, 2019.

Gráfico 1 – Apresentação da rotulagem nutricional de biscoitos doces maisena de diferentes marcas de acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada nº360



Fonte: Dos autores, 2019.

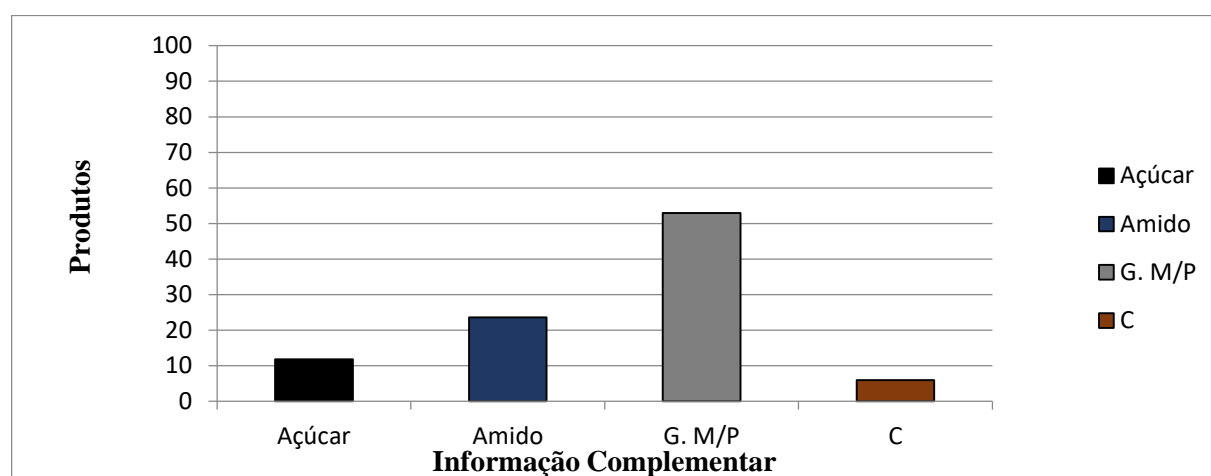
Além disso, 11,76 % dos biscoitos apresentaram a quantidade de açúcar, 23,56 % a quantidade de amido, 52,94 % a quantidade de gorduras mono-insaturadas e poli-insaturadas e 5,88 % apresentaram a quantidade de colesterol na informação nutricional (Gráfico 2).

As informações expressas no gráfico 2, não são obrigatórias, porém algumas marcas declararam, sendo considerado um ponto positivo, uma vez que, quanto mais informações disponibilizadas ao consumidor, maior a confiança e aceitabilidade do produto, além da vantagem do consumidor saber os tipos de nutrientes que estão sendo ingeridos.

Seguindo por essa linha, outros autores também observaram a presença de nutrientes cuja informação é de cunho opcional nos rótulos de alimentos, além de inconformidades quanto à

informação nutricional obrigatória. Assim, Feitosa *et al.* (2017) notaram que 22,23 % dos iogurtes estudados apresentaram a quantidade de colesterol, 11,11 % apresentaram inadequações quanto as informações obrigatórias. Em estudos com biscoitos recheados, Feitosa *et al.* (2016) verificaram que 83 % das marcas apresentaram inconformidade legislativa quanto a informação nutricional, ou seja, apenas uma marca apresentou todas as informações nutricionais obrigatórias.

Gráfico 2 – Análise das informações nutricionais complementares de biscoitos doces maisena de diferentes marcas de acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada nº 360



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: G.M/P: Gorduras mono-insaturadas e poli-insaturadas; C: Colesterol

Em estudos com alimentos destinados ao público infantil, Mello, Abreu e Spinelli (2015) observaram que em 5 % das amostras havia irregularidades referentes a informação nutricional, sendo que foi encontrado arredondamentos inadequados aos estabelecidos na legislação, valores das unidades da porção e medida caseira não estavam em destaque e percentuais de valores diários apresentados incorretos. Segundo estudos sobre adequação dos rótulos de biscoitos e bolachas, Rossa *et al.* (2009) verificaram 18 % de inadequações em bolachas com recheio e 38 % em bolachas doces sem recheio. Apesar destes índices ainda não serem satisfatórios, ao compará-los com estudos mais antigos, pode-se considerar que ocorreu uma evolução.

Conclusão

A rotulagem nutricional é de grande importância, pois permite ao consumidor conhecer e ter o direito à informação correta sobre o produto a ser consumido, porém, observou-se, com a realização da pesquisa, que, apesar da existência de legislações específicas, nem todos os rótulos dos biscoitos

estão de acordo com a legislação vigente. Entretanto, existem indústrias que estão buscando passar mais informações da composição de seus produtos, apresentando os nutrientes de declaração opcional como: gorduras mono-insaturadas e poli-insaturadas, tipos de açúcares, amido e colesterol.

Referências

ABIMAPI, Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. Disponível em: www.abimapi.com.br. Acesso em: 13 Jun. 2019.

ABREU, J. P. **Efeitos da adição de farinha de casca de uva orgânica (*Vitis Labrusca*) sobre as características físicas, químicas e Sensoriais no desenvolvimento de biscoito tipo cookie com Alegação funcional**. 2018. 88 f. Dissertação (mestre em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0359_23_12_2003.pdf/76676765-a107-40d9-bb34-5f05ae897bf3. Acesso em: 13 jun. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360_23_12_2003.pdf/5d4fc713-9c66-4512-b3c1-afee57e7d9bc. Acesso em: 13 jun. 2019.

FEITOSA, B. F. *et al.* Avaliação da rotulagem de diferentes marcas de biscoitos recheados sabor chocolate comercializados em Pau dos Ferros – RN. **Revista a Barriguda**, v. 6, n. 2, p. 230-241, 2016.

FEITOSA, B. F. *et al.* Avaliação dos rótulos de diferentes marcas de iogurte comercializados na cidade de Pau dos Ferros – RN. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, n. 1, p. 13-16, 2017.

GARCIA, M. R.; VIEITES, R., DAIUTO, E. Avaliação nutricional e conformidade da rotulagem de “petiscos” consumidos por crianças à legislação brasileira. **Energia na Agricultura**, v. 30, n.1, p. 80-86, 2015.

GRANDI, A. Z.; ROSSI, D. A. Avaliação dos itens obrigatórios na rotulagem nutricional de produtos lácteos fermentados. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n.1, p. 62-68, 2010.

MELLO, A. V.; ABREU, E. S.; SPINELLI, M. G. N. Avaliação de rótulos de alimentos destinados ao público infantil de acordo com as regulamentações da legislação brasileira. **Journal of the Health Sciences Institute**, v. 33, n. 4, p. 351-359, 2015.

MONTEIRO, R. A.; COUTINHO, J. G.; RECINE, E. Consulta aos rótulos de alimentos e bebidas por frequentadores de supermercados em Brasília, Brasil. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 18, n. 3, p. 172-177, 2005.

MOURA, N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SILVA, A. G. Elaboração de rótulo nutricional para pães de forma com adição de diferentes concentrações de linhaça (*Linum usitatissimum*). **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 1, p.149-155, 2009.

ROSSA, P. N. *et al.* Adequação dos rótulos de biscoitos e bolachas comercializados em Florianópolis – SC. **Brazilian Journal Food Technology**, p. 44-48, 2009.

PARTE 5

Segurança alimentar: Microbiologia de Alimentos e Toxicologia de Alimentos

Capítulo 1

Potencial antibacteriano de extratos das folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. sobre *Escherichia coli*

Camila Ribeiro Rocha*¹; Roberta Torres Careli²; Camila Carolina de Sousa Silva³; Adriana Gonçalves Freitas³; Eduardo Robson Duarte²; Franciellen Morais-Costa⁴

Resumo

Com o passar dos anos os microrganismos patogênicos estão desenvolvendo resistência aos antibióticos comumente utilizados e apresentam risco à saúde pública. Dessa forma, diversos estudos estão direcionados à descoberta de novos agentes antimicrobianos provenientes de extratos vegetais que possam oferecer tratamento alternativo para o controle bacteriano. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial antimicrobiano de extratos aquosos e etanólicos das folhas de *Caryocar brasiliense* Camb., coletadas em diferentes fases fenológicas da planta, sobre *Escherichia coli*. Os extratos foram caracterizados quimicamente por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC). A concentração inibitória mínima (CIM) e bactericida mínima (CBM) dos extratos foram determinadas pelo método de macrodiluição em caldo. Os principais componentes identificados nos extratos foram os flavonoides. O valor da CIM encontrado para os extratos etanólicos das folhas do pequizeiro na frutificação e na floração, foi de 150 mg/mL e para o extrato aquoso da folha do pequizeiro na frutificação foi de 75 mg/mL. Não foi possível determinar o valor da CBM em nenhum dos extratos avaliados. Os extratos apresentaram atividade antimicrobiana frente a *E. coli*, contudo o estágio fenológico da planta não influenciou na ação dos extratos.

Palavras-chave: Atividade antimicrobiana. Extratos naturais. Pequizeiro.

Introdução

Escherichia coli é um importante patógeno de origem alimentar e está dentre os maiores causadores de surtos no Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). O controle de doenças

¹Mestre em Ciência Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa

²Docente, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³Engenheira de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

⁴Doutora em Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

*Autor para correspondência: camilaribeirorochoa@yahoo.com.br

transmitidas por alimentos têm sido um desafio, e com o passar dos anos os microrganismos patogênicos estão desenvolvendo resistência aos antimicrobianos comumente utilizados e apresentam risco a saúde pública (YAP; YIAP; PING., 2014). Diante disso, diversas pesquisas estão sendo desenvolvidas e direcionadas à descoberta de novos agentes antimicrobianos provenientes de extratos vegetais e outros produtos naturais, que possam oferecer tratamento alternativo para o controle bacteriano, com menor toxicidade e mais eficazes (MACHADO *et al.*, 2018; PINHO *et al.*, 2012; RIBEIRO *et al.*, 2018).

Com uma estrutura química diferente dos antibióticos sintéticos, os compostos vegetais podem regular o metabolismo intermediário de patógenos, ativando ou bloqueando reações e síntese enzimática ou mesmo alterando a estrutura de membranas (MICHELIN *et al.*, 2005). A busca por novas substâncias capazes de controlar o crescimento bacteriano é atualmente uma área de pesquisa essencial para garantir a segurança alimentar.

O Cerrado é um tipo de vegetação presente na América do Sul e nativo de mais de 10 mil espécies vegetais que contêm produtos naturais para fitoterapia. O *Caryocar brasiliense* Camb. (pequiizeiro) é uma árvore frutífera nativa do Cerrado brasileiro, especificamente utilizado em cosméticos, na indústria de alimentos, e para fins medicinais (AMARAL *et al.*, 2014). As folhas de *C. brasiliense* apresentam compostos fenólicos, taninos e óleos essenciais que possuem ação antioxidante, auxiliando no combate da ação oxidativa dos radicais livres, além de possuir ação antibacteriana (PAULA-JUNIOR *et al.*, 2006).

No presente trabalho objetivou-se avaliar a atividade antimicrobiana de extratos aquosos e etanólicos de folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. obtidas em diferentes fases fenológicas sobre *Escherichia coli*. E, para identificar os principais componentes presentes, os extratos foram caracterizados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC).

Material e métodos

Nesse estudo foi utilizada a estirpe padrão *Escherichia coli* ATCC 8739, mantida em tubos com tampa apegada contendo BHI e glicerol a 30 % e armazenada a -20 °C. Para o preparo das suspensões, a cultura foi ativada por duas vezes consecutivas em 10 mL de caldo BHI e incubada a 37 °C por 24 h, obtendo-se uma concentração final de 10⁸ UFC/mL, usando como referência o padrão de turbidez da escala de McFarland 0,5.

As folhas de *Caryocar brasiliense* utilizadas no preparo dos extratos foram coletadas de outubro a janeiro no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais

(UFMG), em Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. Esta região está localizada na latitude de 16°51' e longitude de 44°55'. As folhas dessa espécie vegetal foram coletadas em duas fases fenológicas: floração e frutificação. A exsicata foi depositada no Herbário Montes Claros de Minas Gerais (HMCMG) da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), sob o registro n° 338.

As folhas saudáveis e sem lesões foram selecionadas e secas até peso constante em um secador de circulação forçada de ar (TE 394/4, Tecnal Equipamentos Científicos Tecnal, Piracicaba, SP, Brasil) a 38 °C por 72 h, trituradas em um liquidificador e armazenadas dentro de sacos de papel escuro a 4 °C (RIBEIRO *et al.*, 2018).

O extrato aquoso foi produzido colocando as folhas secas em um banho de água destilada a 40 °C por 60 min. Os extratos etanólicos foram obtidos a partir de folhas secas maceradas em etanol absoluto e armazenadas em recipientes de vidro de cor âmbar ao abrigo de luz por sete dias. Os extratos foram filtrados através de um funil de gaze e subsequentemente evaporados a 40 °C por 48 h sob circulação de ar forçado até que estivessem completamente secos e armazenados a 4 °C até o uso.

Para a análise cromatográfica dos extratos foi utilizado um sistema de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) Waters Alliance 2695, composto por uma bomba quaternária, amostrador automático e detector de arranjo de diodos (DAD) 2996. Para o controle do sistema cromatográfico e coleta dos dados foi usado o programa Waters Empower (Waters Corporation, Milford, EUA). As análises foram realizadas em uma coluna LiChrospher 100 RP-18 (250 × ID de 4 mm, 5µm; Merck, Darmstadt, Alemanha) combinada com uma coluna LiChrospher 100 RP-18 (4 x 4 mmid,5µm; Merck) a 40 °C. Água (A) e acetonitrila (B) foram utilizadas como eluentes, ambos contendo 0,1 % (v/v) de H₃PO₄, a uma taxa de fluxo de 1,0 mL/min da seguinte forma: 0 min, 95 % A e 5 % de B; 60 min, 5 % de A e 95 % de B, seguido por 10 min de eluição isocrático. Os solventes utilizados foram de grau HPLC (Merck, Alemanha) e foram desgaseificados por sonicação antes da utilização. Os cromatogramas foram obtidos a 210 nm, e os espectros de UV foram registados em linha 190-400 nm. Os extratos secos foram dissolvidos em metanol (grau HPLC), água ultrapura, ou soluções hidroetanólicas, de acordo com a sua solubilidade, a concentrações de 10 mg/mL. Após centrifugação a 8400xg por 10 min, a solução da amostra (10 µL) foi automaticamente injetada no aparelho.

A concentração inibitória mínima (CIM) dos extratos necessária para inibir o crescimento do microrganismo foi realizada pelo método de macrodiluição em caldo, conforme descrito pela norma NCCLS (NCCLS, 2003). Antes do preparo das soluções, os extratos foram filtrados em membrana milipore de celulose com 0,2 µm e posteriormente alíquotas foram submetidas à determinação de matéria seca em estufa a 105 °C, para a padronização dos extratos.

Após a padronização das soluções para concentração de 150 mg/mL, foram produzidas diluições subsequentes contendo 2,5 mL de extrato e 2,48 mL de Caldo BHI nas concentrações finais de 75; 37,5; 18,75 e 9,37 mg/mL. Completando um volume final de 5 mL, foi inoculado 120 µL da suspensão ativa de *E. coli*, homogeneizados em vórtex e incubados a 35 °C por 24 h. O controle positivo foi realizado com acréscimo de 120 µL da suspensão direta do microrganismo em caldo BHI e os controles negativos foram avaliados a partir das diluições dos extratos sem acréscimo da suspensão bacteriana. Após o período de incubação, uma alçada dos tubos que não apresentaram turvação foi transferida para placas contendo ágar caseína de soja (TSA), as quais foram incubadas a 35 °C por 24 h, para observar eventual crescimento microbiano e determinar a concentração bactericida mínima (CBM). Os procedimentos foram realizados em duplicata e três repetições para cada tratamento.

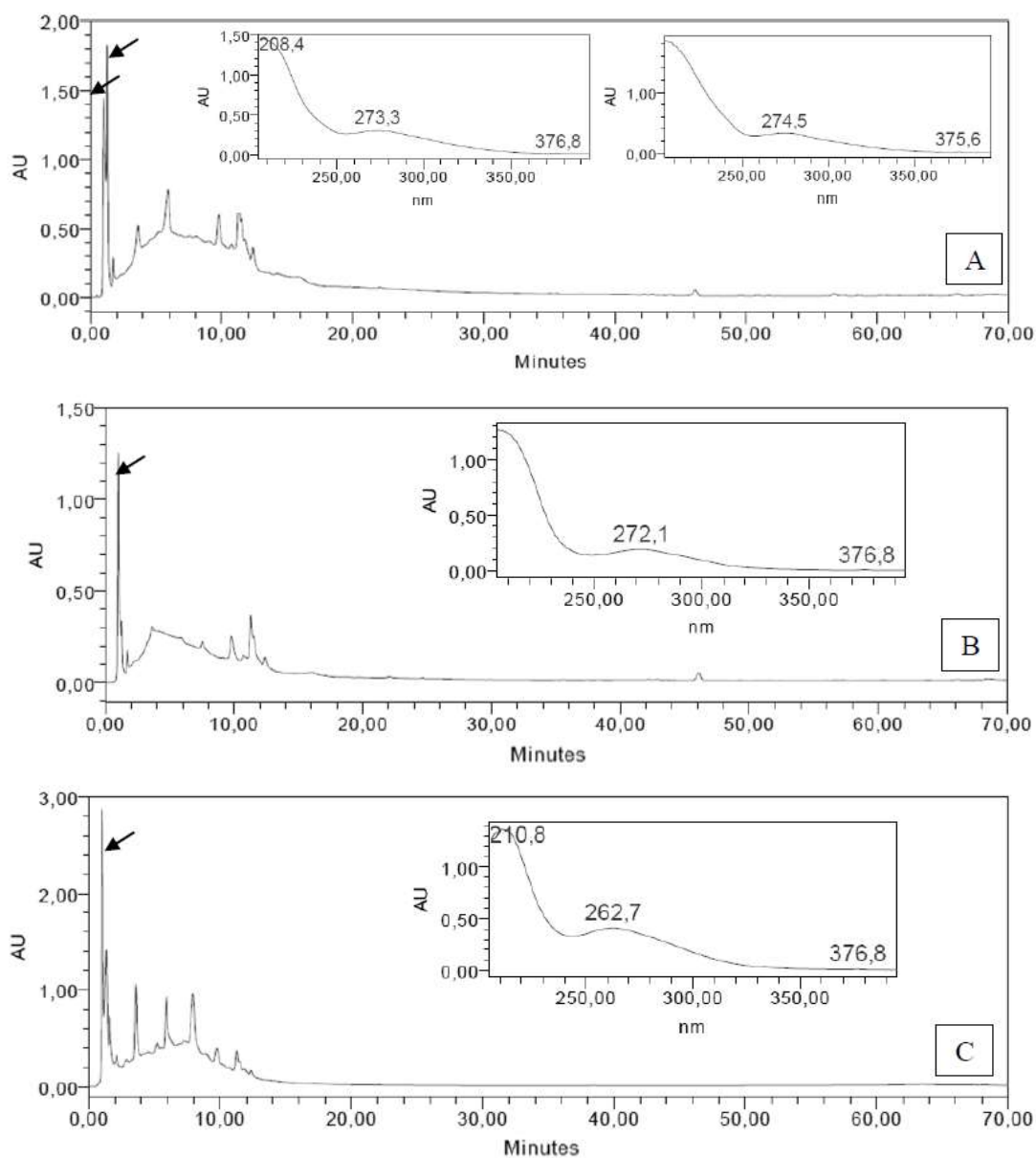
Resultados e discussão

Os cromatogramas obtidos por HPLC dos extratos de folhas de *C. brasiliense* mostraram que os picos principais apresentam espectros de UV característico de flavonoides, pois a absorvância ficou na região entre 262,7 a 376,8 nm (Figura 1).

Estudos anteriores já demonstraram que um dos principais constituintes das folhas de *C. brasiliense* são os flavonoides, compostos químicos identificados como agentes antimicrobianos (PAULA-JUNIOR *et al.*, 2006; AMARAL *et al.*, 2014). Os flavonoides são uma família de compostos derivados de plantas com atividades potenciais, como atividades antibacterianas, sinergismo com antibióticos e supressão da virulência bacteriana. Estes compostos podem interagir com a membrana citoplasmática das células bacterianas, inibindo a função e comprometendo a integridade celular e também podem inibir a síntese de ácidos nucleicos e interrupção do metabolismo (CUSHNIE e LAMB, 2011).

Verificou-se que o crescimento de *E. coli* foi inibido pela maior concentração testada dos extratos etanólicos das folhas obtidas nos estágios de frutificação e de floração, 150 mg/mL. Ao avaliar o extrato aquoso em estágio de frutificação, constatou-se inibição de crescimento bacteriano em concentração de 75 mg/mL. Não foi possível determinar a CBM de nenhum dos extratos, pois foi detectada células viáveis após o contato com os extratos nas maiores concentrações avaliadas (Tabela 1).

Figura 1 - Cromatogramas obtidos por HPLC para extratos de folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. em diferentes fases fenológicas.



Fonte: Dos autores, 2015.

Legenda: (A) extrato etanólico de folhas na frutificação, (B) extrato etanólico de folhas na floração, e (C) extrato aquoso de folhas na frutificação.

O extrato aquoso de folhas quando estava na frutificação apresentou melhor inibição do crescimento de *E. coli*, em comparação com o extrato etanólico no mesmo estágio fenológico. Enquanto para os extratos etanólicos das folhas em estágios fenológicos diferentes (frutificação e floração), não apresentou diferença na inibição do microrganismo.

Tabela 1 - Concentração Mínima Inibitória (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) de extratos de folhas de *C. brasiliense* Camb. obtidos em diferentes fases fenológicas frente células de *Escherichia coli* ATCC 8739.

Tipo de extratos	CIM (mg/mL)	CBM (mg/mL)
Etanólico na frutificação	150	> 150
Etanólico na floração	150	> 150
Aquoso na frutificação	75	> 150

Fonte: Dos autores, 2015.

Machado *et al.* (2018) avaliaram o potencial antibacteriano do extrato aquoso da folha de *C. brasiliense* frente a *Enterococcus faecalis*, *E. coli*, *S. aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* e verificaram que extrato apresentou bioatividade inibitória somente sobre *S. aureus* em concentração de 50 g/mL, não demonstrando atividade sobre as demais bactérias. Pinho *et al.* (2012) verificaram que o extrato hidroetanólico da casca do pequi contém metabólitos secundários com propriedades antimicrobianas importantes e, apesar da presença desses compostos, não foi detectada atividade do extrato frente *E. coli* e *S. aureus*.

Entretanto, em pesquisa realizada por Paula-Júnior *et al.* (2006) foi demonstrado que o extrato hidroetanólico de folhas do pequizeiro apresentou atividade antibacteriana *in vitro* sobre estirpes de bactérias patogênicas para o homem (*E. faecalis*, *E. coli*, *P. aeruginosa* e *S. aureus*) e a triagem fitoquímica do extrato mostrou a presença de flavonoides, taninos, saponinas e terpenóides.

A diferença nos resultados obtidos nesse estudo com de outros pesquisadores, pode ter sido decorrente de diversos fatores, como concentração do extrato, qualidade da parte vegetal (condições climáticas, solo, sazonalidade), os métodos de obtenção do extrato, metodologias de análise da atividade antimicrobiana, ou mesmo da menor e/ou maior sensibilidade dos microrganismos estudados. Estes fatores poderiam explicar o fato de outros estudos terem chegado a resultados distintos, mesmo utilizando a mesma espécie vegetal (PINHO *et al.*, 2012).

Conclusão

Os principais componentes presentes nos extratos das folhas de *C. brasiliense* identificadas por HPLC foram os flavonoides. Os extratos apresentaram atividade antimicrobiana frente *E. coli*, contudo o estágio fenológico da planta não influenciou na ação dos extratos, porém a metodologia

utilizada para a obtenção dos extratos na forma aquosa e na forma etanólica influenciou a inibição do crescimento do microrganismo. Concentrações mais elevadas e outras metodologias de obtenção dos extratos podem ser estudadas, e tornar uma alternativa viável e sustentável para o tratamento antimicrobiano.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPEMIG e a Pró-Reitoria de Pesquisa da UFMG pela disponibilização de recursos financeiros para a realização dos experimentos.

Referências

- AMARAL, L. F. B.; MORIEL, P.; FOGGIO, M. A.; MAZZOLA, P. G. *Caryocar brasiliense* supercritical CO₂ extract possesses antimicrobial and antioxidant properties useful for personal care products. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 14, n. 73, p. 2-7, 2014.
- CUSHNIE T. P.; LAMB, A. J. Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 38, p. 99-107, 2011.
- MACHADO, D. S. *et al.* Avaliação antibacteriana do extrato aquoso da folha de *Caryocar brasiliense* Cambess (Caryocaraceae). **Visão Acadêmica**, v. 19, n. 1, p. 5-19, 2018.
- MICHELIN, D. C. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos vegetais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 4, p. 316-320, 2005.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil**. 2018. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/15/Apresenta---o-Surtos-DTA---Fevereiro-2019.pdf>. Acesso em: 27 de abr. de 2019.
- NCCLS. **Metodologia dos Testes de Sensibilidade a Agentes Antimicrobianos por Diluição para Bactéria de Crescimento Aeróbico**: Norma Aprovada – Sexta Edição. Norma NCCLS M7-A6. 53 p. 2003.
- PAULA-JUNIOR, W. *et al.* Leishmanicidal, antibacterial, and antioxidant activities of *Caryocar brasiliensis* leaves hydroethanolic extract. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, supl. 0, p. 625-630, 2006.
- PINHO, L. *et al.* Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoólicos das folhas de alecrim-pimenta, aroeira, barbatimão, erva baleeira e do farelo da casca de pequi. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 326-331, 2012.
- RIBEIRO, I. C. D. O. *et al.* Plants of the Cerrado with antimicrobial effects against *Staphylococcus* spp. and *Escherichia coli* from cattle. **BMC Veterinary Research**, v. 14, n. 1, p. 32, 2018.
- YAP, P. S. X.; YIAP, B. C.; PING, H. C. Essential oils, a new horizon in combating bacterial antibiotic resistance. **The Open Microbiology Journal**, v. 8, p. 6-14, 2014.

Capítulo 2

Ação sanitizante de extratos das folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. sobre *Escherichia coli* aderida em aço inoxidável e polipropileno

Camila Ribeiro Rocha*¹; Roberta Torres Careli²; Camila Carolina de Sousa Silva³; Adriana Gonçalves Freitas³; Eduardo Robson Duarte²

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade de remoção de células aderidas de *Escherichia coli* em aço inoxidável e polipropileno por soluções aquosas e etanólicas de extrato das folhas do pequi, *Caryocar brasiliense* Camb. Avaliou-se o potencial de biotransferência de *E. coli* contaminado em cubos de peito de frango para superfícies de aço inoxidável e polipropileno, durante 24 h a 7 °C, e posteriormente a aplicação de soluções sanitizantes a base dos extratos na concentração inibitória mínima nas superfícies, por 5 e 10 min. Os cubos de peito de frango contaminados com *E. coli* foram capazes de transferir 5,26 log UFC/cm² para o polipropileno e 4,31 log UFC/cm² para o aço inoxidável. Todas as soluções sanitizantes apresentaram efeito significativo na redução das células aderidas nas superfícies em relação à solução controle no tempo de 5 min, porém tempos maiores devem ser avaliados para melhorar a eficiência do processo de sanitização.

Palavras-chave: Biofilme bacteriano. Contaminação cruzada. Sanitizante natural.

Introdução

Biofilme é uma complexa comunidade de microrganismos aderida em uma superfície envolvida por uma matriz de substâncias poliméricas extracelulares. Na indústria de alimentos, os resíduos protéicos ou lipídicos de produtos derivados de carnes são elementos importantes para formar a camada condicionante e assim iniciar a formação do biofilme. As células sésseis, presentes no biofilme, podem se desprender e contaminar os alimentos, promovendo prejuízos econômicos e

¹Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa

²Docente, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³Engenheira de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

*Autor para correspondência: camilaribeirorochoa@yahoo.com.br

riscos a saúde dos consumidores, além de serem mais resistentes aos processos de sanitização (OLIVEIRA, BRUGNERA e PICCOLI, 2010).

A contaminação de carcaças de frangos possuem importantes implicações para a segurança e o tempo de prateleira do produto. Os microrganismos provenientes de produtos de origem animal procedem de sua microbiota superficial, de suas vias respiratórias e do trato gastrointestinal. Diferentes microrganismos têm sido isolados em carne de frango, como *Escherichia coli* (OLIVEIRA *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2018). Assim, *E. coli* aderida em superfícies que entram em contato com os produtos cárneos pode servir como uma fonte de contaminação cruzada.

A sanitização adequada de equipamentos processadores de alimentos é importante para o controle da contaminação cruzada durante a produção. Procedimentos de limpeza e desinfecção devem ser realizados regularmente, considerando que eliminam grande parte dos microrganismos contaminantes presentes nas superfícies. Desse modo, a escolha de um agente antimicrobiano deve ser cuidadosamente realizada, levando-se em conta os contaminantes microbianos potenciais e tipos de superfícies (ROSSONI e GAYLARDE, 2000).

A utilização de produtos naturais em substituição ao uso de agentes sintéticos tem ganhado considerável atenção, diante disso, muitas pesquisas tem estudado a utilização de óleos essenciais e extratos naturais como uma alternativa aos sanitizantes comumente utilizados na indústria de alimentos (CAIXETA *et al.*, 2010; OLIVEIRA, BRUGNERA e PICCOLI, 2013).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial de biotransferência de *E. coli* a partir de peito de frango contaminado às superfícies de aço inoxidável e polipropileno, e a capacidade de remoção das células aderidas por soluções aquosas e etanólicas de extrato das folhas de *Caryocar brasiliense* Camb.

Material e métodos

Utilizou-se a estirpe padrão *Escherichia coli* ATCC 8739. A cultura foi mantida em tubos com tampa apegada contendo BHI e glicerol a 30 % (v/v) mantidos a -20 °C. Para o preparo das suspensões, a cultura foi ativada por duas vezes consecutivas em 10 mL de caldo BHI e incubada a 37 °C por 24 h, obtendo-se uma concentração final de 10⁸ UFC/mL, usando como referência o padrão de turbidez da escala de MacFarland 0,5.

O peito de frango utilizado no experimento foi obtido comercialmente e armazenado em freezer a -20 °C, até o momento das análises. Em todas as amostras foram realizadas testes de exclusão microbiológica para verificar a ausência de contaminação por *E. coli*, espécie avaliada nesse

estudo para procedimentos de adesão bacteriana. Utilizou-se o método de número mais provável (NMP), seguido de realização de testes bioquímicos para a determinação de *E. coli* na carne de peito de frango. Os testes foram realizados em triplicata.

Cupons de aço inoxidável AISI 304 #4 (2,0 x 2,0 x 0,1 cm) e de polipropileno (2,0 x 2,0 x 0,2 cm), utilizados para o potencial de biotransferência, foram lavados em água potável e detergente neutro; em seguida, enxaguados com água destilada, sanitizados com álcool etílico 70 % (v/v), secos a 60 °C por 2 h e esterilizados em autoclave a 121 °C por 15 min (ROSSONI e GAYLARDE, 2000).

A partir dos resultados negativos para *E. coli*, as amostras de frango foram cortadas em cubos com 10 g, sob condições assépticas e mantidos durante 2 h a 7°C, para estabilização da temperatura experimental. As amostras foram contaminadas com 7 log UFC/g do microrganismo, colocados em contato com os cupons de aço inoxidável e de polipropileno previamente higienizados, separadamente, por 24 h a 7 °C, a fim de se avaliar o potencial de biotransferência das células de *E. coli* presentes na carne de frango para as superfícies. Após esse período, os cupons foram tratados com soluções sanitizantes à base dos extratos das folhas de *C. brasiliense*.

As folhas de *C. brasiliense* Camb. foram coletadas de outubro a janeiro no ICA/UFMG, em duas fases fenológicas: floração e frutificação. As folhas foram desidratadas em estufa com circulação forçada de ar a 38 °C por aproximadamente 72 h e moídas em liquidificador industrial. Os extratos aquosos (EA) foram produzidos, adicionando-se 100 mL de água destilada a 100 g de espécie vegetal e aquecido em banho-maria a 40 °C/60 min. Os extratos etanólicos (EE) foram obtidos submergindo 100 g do material vegetal em 1000 mL de etanol PA em recipientes de vidro âmbar, conservados em local escuro em temperatura ambiente por sete dias. Os extratos foram filtrados através de um funil de gaze e posteriormente evaporados a 40 °C por 48 h sob circulação forçada de ar até que estivessem completamente secos e armazenados a 4 °C. Para o preparo das soluções, os extratos foram dissolvidos em água destilada e filtrados em membrana milipore de celulose com 0,2 µm e posteriormente alíquotas foram submetidas à determinação de matéria seca em estufa a 105 °C.

As superfícies contendo as células aderidas foram imersos em solução salina 0,85 % (m/v) para a remoção de células planctônicas, em seguida foram colocados em 10 mL de solução sanitizante contendo o extrato na concentração inibitória mínima, previamente determinada em estudos anteriores: 150 mg/mL para os EE na frutificação e floração e 75 mg/mL para o EA na frutificação. As soluções controle foram compostas por 10 mL de solução salina 0,85 % (m/v). A ação sanitizante das soluções contra as células aderidas à superfície dos cupons foram avaliadas após 5 e 10 min de contato a 25 ± 2 °C sob condições estáticas.

As células de *E. coli* transferidas para os cupons após o período de biotransferência e as células sobreviventes após os tratamento sanitizantes foram quantificadas. Cada cupom, separadamente, foi imerso em 10 mL de solução salina 0,85 % (m/v) para a retirada das células planctônicas e/ou resíduos da solução sanitizante. Posteriormente, transferidos para 10 mL de solução salina 0,85 % (m/v) e sonicados por 2 min em banho de ultrassom Altsonic Clean 3IA (Alt®) com 40 kHz, para o desprendimento de células aderidas sobreviventes nas superfícies dos cupons. Realizou-se diluições decimais seriadas sucessivas, as quais foram plaqueadas em Ágar MacConkey e incubadas a 37 °C por 24 h. Após o período de incubação, foi realizada a contagem da população bacteriana presente e os resultados foram expressos em UFC/cm².

Para estimar a adesão nas superfícies de aço inoxidável e polipropileno pelo potencial de biotransferência foi realizado o teste t a 5 % de probabilidade. Para a enumeração das células aderidas nos cupons após o tratamento destes com soluções sanificantes em diferentes tempos de contato, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4×2×2, constituído por quatro tratamentos (controle, EE na frutificação, EE na floração e EA na frutificação), duas superfícies de processamento (aço inoxidável e polipropileno) e dois tempos de contato (5 e 10 min).

Todos os experimentos foram analisados com o auxílio do pacote estatístico *Statistical Analysis System* (SAS, 2010).

Resultados e discussão

Os resultados do teste de exclusão microbiológica mostraram que todas as amostras de carne de frango apresentaram-se negativas para o microrganismo analisado. Os cubos de peito de frango, artificialmente contaminados com 7 log UFC/g de *E. coli*, foram capazes de transferir 4,31 log UFC/cm² e 5,26 log UFC/cm² quando mantidos em contato com o aço inoxidável e o polipropileno, respectivamente. Observou-se diferença na quantidade de células aderidas nas duas superfícies ($p > 0,05$). Esses resultados demonstram que as superfícies de aço e polipropileno foram capazes de serem colonizadas por um elevado número de células de *E. coli* transferidas de carne de frango, sob temperatura de refrigeração (7 °C) por 24 h.

De acordo com Andrade, Bridgman e Zottola (1998), para se considerar um biofilme, é necessário um número mínimo de 7 log UFC/cm². Dessa forma, constatou-se um mecanismo de adesão de células de *E. coli* nas superfícies de aço inoxidável e de polipropileno. Fato este que não reduz o problema de contaminação destas superfícies, pois em condições apropriadas de umidade,

nutrientes e temperatura, células de *E. coli* podem continuar se multiplicando e produzindo substâncias poliméricas extracelulares para a formação do biofilme bacteriano.

Pompermayer e Gaylarde (2000) avaliaram a adesão de *S. aureus* e *E. coli*, em culturas mistas, em superfícies de polipropileno, imersas em extrato aquoso preparado a partir de carcaça de frango de onde foram isolados, em temperaturas de 12 °C e 30 °C, por um tempo de até 8 h de incubação. Os autores verificaram que *E. coli* apresentou maior adesão nos cupons de polipropileno quando comparado a *S. aureus*, em ambas temperaturas. *E. coli* aderiu melhor a 30 °C, enquanto que células de *S. aureus* mostraram melhor adesão a 12 °C.

Ravishankar, Zhu e Jaroni (2010), estudando a ocorrência de contaminação cruzada, demonstraram que *Salmonella* enterica sorotipo Newport, presente em carne de frango, foi capaz de contaminar a faca de aço inoxidável e a tábua de corte de polietileno, sendo, em seguida, transferida para folhas de alface. A taxa de transferência da bactéria foi maior quando nenhum tratamento de higienização foi aplicado aos utensílios.

A adesão à superfície e formação de biofilme proporciona vantagens aos microrganismos como maior capacidade de retenção de nutrição, proteção contra procedimentos de sanificação e vantagens adaptativas. Atualmente, antimicrobianos naturais tem atraído a atenção de pesquisadores, pois apresentam amplo espectro de ação e causam menos impacto ao ambiente (CAIXETA, 2010).

Não foi observado interação entre os tratamentos e as superfícies de aço e polipropileno ($p < 0,05$), indicando que o efeito das soluções dos extratos e controle, em cada tempo de contato, foram os mesmos na redução das células aderidas em ambas às superfícies (Tabela 1).

Todas as soluções sanitizantes à base dos extratos apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$) na redução das células aderidas nos cupons em relação à solução controle no tempo de 5 min. Após 10 min de contato, a solução do EA das folhas colhidas na frutificação não foi capaz de provocar redução significativa ($p < 0,05$) das células aderidas em relação aos outros extratos (Tabela 1).

Em relação aos tempos de contato das soluções sobre as células aderidas, constatou-se que os EE e EA das folhas colhidas na frutificação, não apresentaram diferença quando a sanitização foi realizada por 5 ou 10 min. Porém, para o EE das folhas colhidas na floração, uma maior redução foi alcançada quando utilizado 10 min de sanitização.

Tabela 1 - Número de células aderidas (log UFC/cm²) de *Escherichia colinas* superfícies de aço inoxidável e polipropileno, após 24 h a 7 °C, em contato com cubos de peito de frango, após diferentes tempos de contato com soluções dos extratos das folhas de *C. brasiliense* Camb. e a solução controle.

Tratamentos	Tempo de contato	
	5 min	10 min
EE floração (150 mg/mL)	3,61Ba	3,12Bb
EE frutificação (150 mg/mL)	3,81Ba	3,55Ba
EA frutificação (75 mg/mL)	3,85Ba	4,01Aa
Controle	4,63Aa	4,32Aa

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: EE: Extrato etanólico; EA: Extrato alcóolico

Nota: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. CV (%) = 6,16

Conclusão

No presente trabalho foi possível verificar que células de *E. coli*, a partir de cortes de peito de frango, foram capazes de transferir e aderir em aço inoxidável e polipropileno, o que pode ocasionar prejuízos e riscos para a indústria e aos consumidores. A aplicação das soluções sanitizantes formuladas com os extratos das folhas do pequiizeiro reduziram parte da população microbiana aderida nas superfícies. Demais testes com tempos maiores de sanitização e de toxicidade devem ser realizados para melhor efeito antimicrobiano.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPEMIG e a Pró-Reitoria de Pesquisa da UFMG pela disponibilização de recursos financeiros para a realização dos experimentos.

Referências

- ANDRADE, N. J.; BRIDGMAN, T. A.; ZOTTOLA, E. A. Bactericidal activity of sanitizers against *Enterococcus faecium* attached to stainless steel as determined by plat count and impedance methods. **Journal of Food Protection**, v. 61, n. 7, p. 833-838, 1998.
- CAIXETA, D. S. **Ação de óleos essenciais de *Curcuma longa* L. e *Bixa orellana* L. sobre *Pseudomonas aeruginosa* e *Listeria monocytogenes* planctônicas e sésseis em polipropileno.** 2010.

127 f. Tese (Doutorado em Microbiologia de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, D. F.; PICCOLI, R. H. Biofilmes microbianos na indústria de alimentos: uma revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 3, p. 277-284, 2010.

OLIVEIRA, A.V. B. *et al.* Padrões microbiológicos da carne de frango de corte - referencial teórico. **Revista Verde**, v. 6, n. 3, p. 01-16, 2011.

OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, D. F.; PICCOLI, R. H. Biofilmes em indústrias de laticínios: aspectos gerais e uso de óleos essenciais como nova alternativa de controle. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.68, n. 390, p. 65-73, 2013.

POMPERMAYER, D. M. C., GAYLARDE, C. C. The influence of temperature on the adhesion of mixed cultures of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* to polypropylene. **Food Microbiology**, v. 17, n. 4. p. 361-365, 2000.

RAVISHANKAR, S.; ZHU, L.; JARONI, D. Assessing the cross contamination and transfer rates of *Salmonella enteric* from chicken to lettuce under different food-handlings cenarios. **Food Microbiology**, v. 27, n. 6, p. 791-794, 2010.

ROSSONI, E. M. M.; GAYLARDE, C. C. Comparison of sodium hypochlorite and peracetic acid as sanitizing agents for stainless steel food processing surfaces using epifluorescence microscopy. **International Journal of Food Microbiology**, v. 61, n. 1, p. 81-85, 2000.

SAS Institute. **SAS/ETS user's guide**. Version 9.0 ed. Cary: SAS Institute, 2010.

SILVA, A. C. *et al.* Resistência antimicrobiana de *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* isolados de carcaças de frangos: resistência a antibióticos e óleos essenciais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 8, n. 1, p. 95-103, 2018.

Capítulo 3

Análise da estabilidade microbiológica de leite cru, pasteurizado e UHT

Larissa Kauly Rosa Silva¹; Keila Souza Correia²; Lucas Caiafa Cardoso Reis*³; Lígia Miranda Menezes⁴; Leandro Soares Santos⁴, Sibelli Passini Barbosa Ferrão⁴

Resumo

O leite é um alimento rico em nutrientes caracterizado como um substrato ideal para a proliferação de microrganismos o que pode representar, além da deterioração, risco à saúde humana. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a estabilidade microbiológica e físico-química de leite cru, do leite cru submetido à fervura e dos leites pasteurizados comercialmente e UHT, durante o período determinado para seu consumo (3 dias). Foram realizadas análises de coliformes pela técnica do Número Mais Provável (NMP), sendo realizado o teste presuntivo. A confirmação do teste para ambos ocorreu por meio da detecção de meio turvo e retenção de gás nos tubos de Dühran. As bactérias aeróbias foram determinadas pela técnica pour plate e análise para detecção de Salmonella consistiu nas etapas de pré-enriquecimento, enriquecimento seletivo e plaqueamento diferencial. Foram também realizadas as análises físico-químicas, de acidez e pH. Não foi detectada a presença de Salmonella em nenhuma das amostras analisadas. Para coliformes (45 °C), somente o leite UHT não apresentou contaminação e os valores encontrados para bactérias mesófilas estavam dentro dos padrões estabelecidos. Para o leite pasteurizado, o padrão microbiológico estava de acordo com o máximo preconizado apenas no primeiro dia de análise. O leite cru e o submetido à fervura não possuem uma normativa que determine o seu padrão microbiológico, contudo, notou-se elevado índice de contaminação. Todas as amostras apresentaram aumento da acidez e redução do pH ao longo do tempo de armazenamento. Conclui-se que ao longo do período de consumo aos quais as amostras de leite foram submetidos a análise observou-se uma baixa estabilidade microbiológica, contudo notou-se que o processo de pasteurização doméstica já é capaz de conferir a redução da sua carga microbiana.

Palavras-chave: Leite. Microrganismos. Qualidade.

1Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

2 Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, UESB

3Discente do curso de Engenharia de Alimentos, UESB

4Professor(a) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Departamento de Tecnologia Rural e Animal, UESB

Introdução

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) e a Instrução Normativa nº62/2011 (IN 62), o leite é o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas (BRASIL, 2011). Para os microrganismos, o leite é um substrato ideal para a sua multiplicação, apresentando todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento microbiano: carboidratos, proteínas, lipídeos, minerais, e vitaminas, além de água e do pH, também favoráveis ao seu crescimento (ALMEIDA, 2010).

A carga microbiana inicial do leite é concentração de microrganismos presentes imediatamente após a sua ordenha. Uma elevada carga de microrganismos no leite pode degradar constituintes ou produzir substâncias capazes de alterar as propriedades físico-químicas, importantes na manutenção da qualidade do produto, até mesmo após processo térmico e/ou subsequente armazenamento e comercialização (MONTANHATI; HEIN, 2013; CARVALHO *et al.*, 2013) A determinação da estabilidade microbiológica do leite cru e do leite submetido ao processo térmico (pasteurizado ou UHT) após o início do consumo se configura como uma importante ferramenta para avaliar a segurança dos processamentos e os fatores correlacionados à contaminação, sendo possível realizar a estimativa do potencial de deterioração e determinação do tempo de vida útil real do produto (PINTO *et al.*, 2006; BRASIL *et al.*, 2012).

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a estabilidade microbiológica e físico-química de leite cru, do leite cru submetido à fervura, dos leites pasteurizados industrialmente e leites UHT, durante o período determinado para seu consumo após aberto (3 dias).

Material e métodos

As amostras foram adquiridas em um estabelecimento varejista do município de Itapetinga – BA, sendo o leite cru obtido no setor de Bovinocultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. As análises microbiológicas foram conduzidas no Laboratório de Microbiologia da UESB. Foram realizadas análises em amostras de leite cru, leite pasteurizado comercialmente e leite UHT. Foram obtidas duas amostras de cada tipo de leite e submetidas as análises microbiológicas, sendo selecionadas 2 marcas diferentes de leite pasteurizado comercialmente e leite UHT, e as amostras de leite cru foram fervidas (65°C/ 30min) e realizadas as análises após a fervura. As amostras foram

armazenadas sob refrigeração (4°C) e as análises foram realizadas conforme Cruz *et al* (2018), em triplicata por três dias consecutivos, correspondentes aos dias de consumo do produto.

A análise para coliformes foi realizada pela técnica do Número Mais Provável (NMP), sendo realizado o teste presuntivo em Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), cujas amostras foram incubadas a 35°C por 48h. A confirmação da presença foi feita utilizando Caldo Lactose Bile Verde Brilhante a 2 % (VRB) para coliformes de origem total, incubados a 35°C por 48h, e Caldo Escherichia coli (EC) para termotolerantes mantidos a 45°C por 48h. A confirmação do teste para ambos foi a apresentação de meio turvo e retenção de gás nos tubos de Duhran.

As bactérias aeróbias foram determinadas pela técnica pour plate. Foi inoculado 1 ml de cada diluição no centro de placas de petri contendo Agar Padrão para Contagem (PCA) com posterior incubação a 35°C para mesófilos por 48 h, 45°C para termófilos. Para psicrotróficos, as placas foram armazenadas à temperatura de 7°C por 10 dias, sendo o resultado expresso por Unidades Formadoras de Colônia por ml da amostra (UFC/ml). A detecção de Salmonella consistiu em três etapas: pré-enriquecimento, enriquecimento seletivo e plaqueamento diferencial. A fase de pré-enriquecimento foi realizada com a incubação de 25 ml da amostra adicionada em 225 ml de água peptona estéril à 37°C por 24 h. Para o enriquecimento seletivo, utilizou-se alíquotas de 1 ml da amostra inoculada em tubos com caldo Rappaport Vassiliadis, e em tubos contendo caldo Selenito Cistina (37°C/24 h). Foram realizados repiques sobre o Agar Desoxicolato-lisina-xilose (XLD) e Agar Bismuto Sulfito utilizando os meios de enriquecimento seletivo, estriando a amostra no meio para obter colônias isoladas, inoculadas por 18-24 h sob 37°C.

Quanto às análises físico-químicas, foi realizada acidez e pH. A acidez foi determinada pelo método de acidez titulável e o pH foi determinado pelo método potenciômetro por meio do pHmetro microprocessado de bancada da marca Quimis, modelo Q400MT.

Resultados e discussão

Para a análise físico-química, verificou-se que a acidez no Dia 1 variou de 21,2 a 23,9°D e o pH variou entre 5,9 a 6,73 (Tabela 1). Enquanto no segundo (Dia 2) e no último dia de análise (Dia 3), a acidez aumentou e o pH diminuiu de forma gradativa. Segundo o Regulamento de Identidade e qualidade do leite fluido, o intervalo permitido para o teor de acidez titulável é de 14°D a 18°D (BRASIL, 1997), demonstrando que as amostras apresentaram uma ligeira acidez desde o primeiro dia de análise. Ao longo do tempo de armazenamento observou-se o aumento da acidez e diminuição do pH mesmo sob refrigeração. As amostras de leite cru, no primeiro dia de análise, apresentaram

valores acima do permitido pela legislação. Possivelmente, os altos índices de acidez se justificam devido ao desenvolvimento de microrganismos, principalmente da classe dos mesófilos (Tabela 1).

Tabela 1 – Média e desvio padrão da acidez e pH das amostras de leite pasteurizado, leite UHT, leite cru e leite sob pasteurização doméstica ou fervura

		Acidez Titulável (°D)/ pH							
		UHT		Pasteurizado		Cru		Fervido	
Dia		A	B	C	D	E	F	G	H
D1		21,2±0,4/	21±0,4/	22,3 ± 0,3/	22,6±0,3/	23,9± 0,22/	23,7± 0,31/	22 ± 1,86/	22± 0,2/
		6,73±0,1	6,65±0,1	6,53±0,2	6,65±0,15	6±0,24	5,9±0,1	6,2±0,1	6,1±0,11
D2		22,9±0,2/	22,8±0,3/	22,8 ± 0,2/	22,9±0,25/	24± 1,55/	24,1± 0,32/	23± 0,24/	23,2± 0,3/
		6,4±0,1	6,1±0,1	6±0,3	5,9±0,22	5,6±0,12	5,4±0,21	6,5±0,23	6,4±0,11
D3		23,5±4/	23,7±0,35/	23 ± 0,3/	23,3±0,3/	224,3 ± 0,12/	24,5± 0,4/	23,6 ± 0,09/	23, ± 0,1/
		5,8±0,2	5,9±0,2	5,7±0,3	5,5±0,23	5,3±0,16	5,2±0,17	6,2±0,25	26,2±0,15

Apesar de não existir exigência na legislação de teste de acidez e pH associado à análise microbiológica, estes são considerados importantes para avaliar a qualidade do leite que chega às indústrias, além de, também auxiliar na análise da qualidade do produto final (FERNANDES; MURICATO, 2010; SOUZA *et al.*, 2011).

A contagem de bactérias psicrofílicas, mesófilas e termófilas, Salmonella e coliformes a 35°C e 45°C estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Para os valores de coliformes a 35°C foi possível observar que as amostras de leite pasteurizado apresentaram valores acima do preconizado pela legislação (IN N° 51, 2002 - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), ≤ 4 NMP/ml (BRASIL, 2002) e a 45°C, apenas no primeiro dia, as amostras estavam de acordo com a legislação (≤ 2 NMP/ml). Apenas uma amostra no terceiro dia apresentou valores acima de 3 x 10⁵, que é o preconizado pela legislação.

A legislação preconiza, para leite UHT, apenas a contagem de bactérias do grupo mesófilos (100 UFC/ml), contudo, não deve haver a multiplicação de microrganismos em condições normais de distribuição e armazenamento em embalagem fechada durante 7 dias sob temperatura de 25 °C a 37 °C (BRASIL, 1997).

Tabela 2 – Análises microbiológicas do leite pasteurizado e UHT

Dias	Coliformes 35 °C (NMP/ml)	Coliformes 45 °C (NMP/ml)	Psicrófilos (UFC/ml)	Mesófilos (UFC/ml)	Termófilos (UFC/ml)	Salmonella
Pasteurizado - C						
D 1	43	3,6	1 x 10 ¹	5,8 x 10 ²	1,2 x 10 ¹	Ausente
D 2	150	11	1,6 x 10 ¹	12,1 x 10 ²	2,1 x 10 ¹	Ausente
D 3	> 240	27	2,9 x 10 ²	26,7 x 10 ⁴	4,4 x 10 ¹	Ausente
Pasteurizado – D						
D 1	9,2	3,6	1,3 x 10 ¹	7,2 x 10 ³	4 x 10 ¹	Ausente
D 2	21	15	1,8 x 10 ¹	2,5 x 10 ⁵	5,1 x 10 ¹	Ausente
D 3	240	28	2,3 x 10 ¹	3,6 x 10 ⁷	6,9 x 10 ²	Ausente
UHT – A						
D 1	< 0,3	-	-	-	-	Ausente
D 2	< 0,3	-	-	0,8 x 10 ¹	-	Ausente
D 3	3,6	-	1,1 x 10 ¹	1 x 10 ¹	-	Ausente
UHT – B						
D 1	< 0,3	-	-	-	-	Ausente
D 2	< 0,3	-	1,2 X 10 ¹	1,5 x 10 ⁰	-	Ausente
D 3	7,4	-	2 x 10 ¹	2 x 10 ¹	-	Ausente

Fonte: Dos autores, 2019. Legenda: INC = Incontável (> 300 colônias)

Durante os três dias de análise as amostras apresentaram contagem para mesófilos dentro do limite estabelecido pela legislação, sendo também as únicas amostras que não apresentaram contaminação para coliformes a 45°C.

Contaminação elevada de coliformes podem indicar falhas durante processamento e/ou recontaminação pós-processamento que podem ser provenientes da baixa qualidade da matéria-prima (LEITE *et al.*, 2000). Não foi detectada a contaminação por Salmonella em nenhuma das amostras analisadas.

Para todas as amostras de leite cru, resultados encontrados foram de >300 colônias para cada amostra. Contagem elevadas podem evidenciar higiene precária durante a ordenha bem como a ineficiência do tratamento térmico a ser utilizado. Além disso, o armazenamento do leite após a ordenha sem refrigeração e sob altas temperaturas podem favorecer a multiplicação de mesófilos e de microrganismos patogênicos podendo causar riscos a saúde humana. Ainda não existe uma

normativa que preconiza os padrões microbiológicos para o leite cru e fervido, no entanto, de acordo com os resultados obtidos fica evidente uma elevada contaminação destas amostras, principalmente, ao comparar leite cru e fervido com os leites UHT e pasteurizado comercialmente.

Tabela 3 – Análises microbiológicas do leite cru e submetido à fervura

Dias	Coliformes 35 °C (NMP/ml)	Coliformes 45 °C (NMP/ml)	Psicrófilos (UFC/ml)	Mesófilos (UFC/ml)	Termófilos (UFC/ml)	Salmonella
Cru - E						
D 1	> 240	> 240	INC	INC	INC	Ausente
D 2	> 240	> 240	INC	INC	INC	Ausente
D 3	> 240	> 240	INC	INC	INC	Ausente
Cru – F						
D 1	> 240	> 240	INC	INC	INC	Ausente
D 2	> 240	> 240	INC	INC	INC	Ausente
D 3	> 240	> 240	INC	INC	INC	Ausente
Fervido – G						
D 1	7,4	3,0	1,8 x 10 ¹	10,6 x 10 ³	3,9 x 10 ¹	Ausente
D 2	20	7,2	2,6 x 10 ²	25,3 x 10 ⁵	6,1 x 10 ¹	Ausente
D 3	150	15	5,9 x 10 ²	34,1 x 10 ⁶	8,7 x 10 ²	Ausente
Fervido – H						
D 1	11	7,2	1 x 10 ¹	6,1 x 10 ⁴	1,2 X 10 ¹	Ausente
D 2	28	15	4,6 x 10 ¹	17,4 x 10 ⁶	6,4 x 10 ¹	Ausente
D 3	240	27	9,1 x 10 ¹	29,8 x 10 ⁹	7 x 10 ¹	Ausente

Fonte: Dos autores, 2019. Legenda: INC = Incontável (> 300 colônias)

Conclusão

Dentre os parâmetros estudados para avaliar a estabilidade microbiológica e físico-química de leite cru, do leite cru submetido à pasteurização e dos leites pasteurizados industrialmente e UHT, foi possível observar que ao terceiro dia de análise apenas as amostras de leite UHT mantiveram os valores estabelecidos para o grupo de microrganismos mesófilos. O leite cru e fervido não apresentam uma normativa que preconiza o seu padrão microbiológico, entretanto, ambas as amostras

apresentaram contaminação elevada. Assim, não foi possível garantir a estabilidade microbiológica durante os três dias de consumo para a maioria das amostras estudadas.

Referências

- ALMEIDA, G. M. DE. **Qualidade microbiológica do leite cru refrigerado no município de Ouro Preto do Oeste – Rondônia – Brasil.** (Tese de doutorado). Universidade de Brasília. Brasília 2010. 14p.
- BRASIL, R. B.; SILVA, M. A. P.; CARVALHO, T. S.; CABRAL, J. F.; NICOLAU, E.S.; NEVES, R. B. S. Avaliação da qualidade do leite cru em função do tipo de ordenha e das condições de transporte e armazenamento. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 389, p. 34-42, 2012
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, 18 set. 2003. Seção 1, p. 14.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 62**, de 29 de dezembro de 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento / Secretária de Defesa Agropecuária/ Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/ Divisão de Normas Técnicas. Inspeção Industrial e Sanitária do Leite e Derivados. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília: MAA/SDA/DIPOA/DNT, 1997.
- CARVALHO, T. S.; SILVA, M. A.P.; BRASIL, R. B.; GARCIA, J. C.; OLIVEIRA, A. N. Qualidade do leite cru refrigerado obtido através de ordenha manual e mecânica. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, n 390, p. 05-11, 2013.
- CRUZ, A. G.; DE SÁ, P. B. Z R.; OLIVEIRA, C. A. F.; CORASSIM, C. H. **Microbiologia, Higiene e Controle de qualidade no processamento de leite e derivados.** São Paulo: Elsevier, 2018.
- LEITE, J. R. A. F. S.; TORRANO, A. D. M.; GELLI, D. S. Qualidade microbiológica do leite tipo C pasteurizado, comercializado em João Pessoa, Paraíba. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 14, n. 74, p. 45-49, 2000.
- MONTANHATI, M. T. M.; HEIN, K. K. Qualidade do leite cru comercializado informalmente no município de Piraí do Sul, estado do Paraná, Brasil. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, n. 393, p. 10-14, 2013
- FERNANDES, V. G; MARICATO, E. Análises físico-químicas de amostras de leite cru de um laticínios em Bicas- MG. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 65, n. 375, p. 3-10, 2010
- PINTO, C. L. O.; MARTINS, M. L.; VANETTI, M. C. D. Qualidade microbiológica de leite cru refrigerado e isolamento de bactérias psicrófilas proteolíticas. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.26, n. 3, p.645-51, 2006.
- SOUZA, F. M. NOGUEIRA, M. S.; NUNES, F. C. Qualidade microbiológica do leite cru comercializado informalmente na cidade de Areia-PB. **Agropecuária Técnica**. v. 32, n. 1, p. 168-171, 2011.

Capítulo 4

Seleção de extratos vegetais do Cerrado com efeito antagonista sobre *Pseudomonas* spp.

Rayane Patrícia Silva*¹; Roberta Torres Careli²; Izabella Carolina de Oliveira Ribeiro³; Francielle Patrícia Evangelista Mendes¹; Eduardo Robson Duarte⁴

Resumo

O objetivo deste estudo foi selecionar extratos vegetais com atividade antibacteriana frente a estirpe de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 e duas estirpes de *Pseudomonas* spp. isoladas de setores de ordenha bovina. Segundo o teste de *Lilliefors* os resultados apresentaram normalidade e indicou estatística do tipo paramétrica, considerando o teste de *Tukey* a significância de 5% no programa estatístico SAEG. Os resultados mostram que, dos 14 extratos vegetais estudados, cinco apresentaram efeito sobre a estirpe padrão. Observou-se que, para os isolados de ICA e Bengo, três extratos tiveram ação bacteriana inibitória. Pode-se verificar que os extratos etanólico e aquoso de *Schinopsis brasiliensis* (Pau preto) são os mais eficientes para inibir estirpes de *Pseudomonas* provenientes de ambientes de ordenha bovina.

Palavras-chave: Atividade antibacteriana. Ordenha bovina. Plantas do Cerrado.

Introdução

O controle da contaminação microbiana em equipamentos e utensílios utilizados no setor de ordenha bovina é um grande desafio. Dessa forma, a busca por novos compostos com capacidade de higienizar as superfícies que entram em contato direto com o leite tornou-se uma nova e ampla área de pesquisa.

É extremamente importante que o leite cru seja obtido em condições higiênicas adequadas para diminuir a contaminação inicial (CEPPA, 2010). A má qualidade do leite cru e por consequência, dos leites pasteurizado e esterilizado, assim como de derivados, está relacionada a fatores como deficiências no manejo e higiene da ordenha, índices elevados de mastite, manutenção e desinfecção

¹ Graduada em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias/UFMG

² Professora Associada, Instituto de Ciências Agrárias/UFMG

³ Doutoranda em Ciências Veterinárias/UFLA

⁴ Professor Associado, Instituto de Ciências Agrárias/UFMG

*Autora para correspondência: rayaneppsilva@gmail.com

inadequadas dos equipamentos, refrigeração ineficiente ou inexistente e mão de obra desqualificada, entre outros (SANTANA *et al.*, 2001).

Pseudomonas spp. é o gênero microbiano mais prevalente utilizado como parâmetro para avaliar a qualidade do leite, além de apresentar espécies capazes de produzir enzimas extracelulares resistentes às temperaturas comumente utilizadas no processamento térmico de leite e derivados, causando deterioração do leite (FORSYTHE, 2002).

De acordo com Novais *et al.* (2003), nos últimos anos, a resistência de microrganismos patogênicos a múltiplas drogas tem aumentado devido ao uso indiscriminado de antimicrobianos, comumente comercializados e usados no tratamento de doenças infecciosas. Essa situação tem forçado os cientistas à busca de novas drogas. Os vegetais são uma excelente opção, porém, apenas recentemente as plantas tornaram-se objeto de estudo científico no que indica às suas variadas propriedades medicinais, inclusive quanto à atividade antibacteriana, tendo em vista que a diversidade molecular dos produtos naturais é superior àquela derivada dos processos de síntese química.

Este estudo teve como objetivo selecionar diferentes extratos de espécies vegetais provenientes do cerrado do Norte de Minas Gerais com atividade antibacteriana frente a estirpes de *Pseudomonas* spp. isoladas de ambientes de ordenha bovina.

Material e métodos

Os experimentos foram realizados no laboratório de Microbiologia Aplicada do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), campus Montes Claros, Minas Gerais. Foram avaliadas duas estirpes de *Pseudomonas* spp. isoladas de amostras de leite cru de tanques de refrigeração dos setores de ordenha da Fazenda Experimental do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG e do município de Bengo, ambos localizados na região Norte de Minas Gerais. Além das estirpes selvagens, avaliou-se uma cultura padrão de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

Foram utilizados 14 extratos vegetais de *Annona crassiflora* Mart. (Panã), *Caryocar brasiliense* Cambess (Pequi), *Casearia sylvestris* Sw (Cocão), *Paullinea* sp., *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth (Surucucu), *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Pau preto) e *Ximenia americana* L. (Ameixa do Cerrado), sendo sete extratos vegetais etanólicos e sete extratos vegetais aquosos de plantas coletadas na cidade de Montes Claros, MG. Os extratos aquosos foram produzidos, adicionando-se 100mL de água destilada a 10 g de cada espécie vegetal e aquecidos em banho-maria a 40 °C durante 60 minutos. Os extratos etanólicos foram obtidos submergindo 100 g do material

vegetais em 1000 mL de etanol PA. Em recipientes de vidro âmbar, conservados em local escuro em temperatura ambiente durante dez dias (NERY *et al.*, 2010, com modificações). A atividade *in vitro* dos extratos sobre as estirpes bacterianas foi determinada segundo metodologia proposta por NCCLS (2003). Os extratos foram ressuspensos em 1 mL de água destilada estéril para 0,1 g de extrato utilizado. Inóculos de cada estirpe foram preparadas com suspensão direta, em solução salina esterilizada, proveniente de colônias anteriormente crescidas em ágar para a contagem de microrganismos em placas (PCA). A suspensão foi ajustada até a turbidez coincidir com a solução padrão de McFarland 0,5.

Em placas contendo ágar Mueller Hinton, foram inoculados 200 µL com a solução do inóculo e espalhada com o auxílio de swabs esterilizados. Sobre a superfície do ágar inoculado foram colocados discos ($\emptyset = 6$ mm) de papel filtro esterilizados a 121 °C por 15 minutos, previamente embebidos com a solução dos extratos. As placas foram incubadas a 35 °C e após 24 horas os halos de inibição foram medidos em mm (NCCLS, 2003). Esse experimento foi conduzido segundo um delineamento inteiramente casualizado com três repetições por tratamento. As análises estatísticas (testes de *Liliefors* e *Tukey*) foram realizadas a 5% de probabilidade e todos os resultados foram analisados pelo Sistema de Análises Estatísticas – SAEG versão 9.0 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

Resultados e discussão

Nos testes de atividade antimicrobiana *in vitro* realizados para a seleção dos extratos vegetais foram obtidos valores médios de halos de inibição variados. Os resultados encontram-se na Tabela 1.

Os resultados mostram que, dos 14 extratos vegetais estudados, cinco apresentaram efeito sobre a estirpe Padrão. Observou-se que, para as isoladas de ICA e Bengo, três extratos tiveram ação bacteriana inibitória (Tabela 1).

Ao analisar os dados da atividade antibacteriana *in vitro* dos diferentes extratos de Pequi, observou-se um efeito inibitório menos significativo ($P < 0,05$) com relação aos extratos de pau preto. Isso foi comprovado pelos halos de inibição de *P. aeruginosa* com diâmetros de 7,6 mm, 8,3 mm e 14,6 mm para extratos etanólico de pequi com flor e extratos aquosos de pequi com fruto e pequi sem flor e sem fruto, respectivamente (Tabela 1). Quanto às estirpes isoladas de leite cru, verificou-se que apenas os extratos etanólico de pequi com flor e aquoso com fruto possuem algum efeito inibitório (Tabela 1). Dessa forma, a maioria dos extratos de pequi não apresentaram eficiência contra as estirpes de *Pseudomonas* isoladas de ambientes de ordenha bovina.

Paula-Júnior *et al.* (2006) comprovaram os efeitos do extrato hidroetanólico das folhas de *Caryocar brasiliense* Cambess (pequi) sobre estirpes de bactérias patogênicas Gram-positivo e Gram-negativo. Os autores observaram que este extrato foi responsável pela inibição de crescimento das bactérias estudadas, sendo a maior atividade antibacteriana observada contra *P. aeruginosa* nas concentrações entre 1,5 e 2,0 mg/ mL.

Tabela 1 - Médias de halos de inibição (mm) obtidas pela ação de diferentes extratos vegetais frente a estirpes padrão de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 e de *Pseudomonas* spp. isoladas do leite cru de tanques de refrigeração de propriedades rurais do ICA e do município de Bengo na região de Montes Claros, MG.

Extratos vegetais	Estirpes de <i>Pseudomonas</i>		
	Padrão	ICA	Bengo
Panã etanólico	0 D	0 B	0 D
Panã aquoso	0 D	0 B	0 D
Pequi com flor etanólico	7,6 C a	0 B b	7,6 C a
Pequi com fruto aquoso	8,3 C a	2,3 B b	0 D b
Pequi sem flor e sem fruto aquoso	14,6 B a	0 B b	0 D b
Pequi com casca branca aquoso	0 D	0 B	0 D
Pequi com folha aquoso	0 D	0 B	0 D
Pequi casca verde aquoso	0 D	0 B	0 D
Cocão etanólico	0 D	0 B	0 D
<i>Paullinea</i> sp. Etanólico	0 D	0 B	0 D
Surucucu etanólico	0 D	0 B	0 D
Pau-preto aquoso	15,0 B a	16,0 A a	14,6 B a
Pau-preto etanólico	17,0 A a	13,0 A b	17,0 A a
Ameixa do cerrado etanólico	0 D	0 B	0 D

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas por letras diferentes, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

De acordo com os dados da Tabela 1, verificou-se que o extrato etanólico de pau preto apresentou maior ação inibitória sobre as estirpes padrão e Bengo (P>0,05). Assim, o extrato etanólico de pau preto foi o mais eficiente para tais estirpes, diferindo estatisticamente da estirpe ICA (P<0,05). Os resultados dos halos de inibição da estirpe ICA mostraram uma sensibilidade a ambos os extratos

de pau preto. Ao avaliar o extrato aquoso de pau preto, foi verificada uma eficiência antibacteriana equivalente ($P > 0,05$) para as três estirpes de *Pseudomonas* (Tabela 1).

Silva *et al.* (2012) apresentaram resultados semelhantes em que o extrato hidroalcoólico da planta *Schinopsis brasiliensis* (Pau preto), mostrou uma maior atividade frente *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*. Isso confirmou que a atividade antibiofilme testada por este autor, pode estar relacionada com a maior proporção de taninos e flavonóides na planta (SIQUEIRA *et al.*, 2012).

A sensibilidade de diferentes microrganismos testados a extratos etanólico e aquoso de pau preto também foi testada por outros autores, os quais confirmaram que a presença de taninos e flavonóides seriam as substâncias ativas responsáveis pela maior eficiência antibacteriana (PESSINI *et al.*, 2003; VIRTUOSO *et al.*, 2005).

Conclusão

Neste estudo pode-se verificar que os extratos etanólico e aquoso de *Schinopsis brasiliensis* (pau preto) são os mais eficientes para a inibição das estirpes de *Pseudomonas aeruginosa* e de *Pseudomonas* isoladas de leite cru produzido em propriedades rurais do Norte de Minas Gerais.

Referências

- CEPPA, B. Avaliação higiênico-sanitária do leite produzido em Umuarama (Paraná). **Sistema Eletrônico de Revistas**, Curitiba, v. 28, n.2, p. 271-280, 2010.
- FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2002. 357 p.
- NCCLS. **Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically**; Approved Standard—Sixth Edition. NCCLS document M7-A6 [ISBN 1-56238-486-4]. NCCLS, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898 USA, 2003.
- NERY, P. S. *et al.* Effect of *Anacardium humile* on the larval development of gastrointestinal nematodes of sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 171, n. 1, p. 361-364, 2010.
- NOVAIS, T. S. *et al.* Atividade antibacteriana em alguns extratos de vegetais do semi-árido brasileiro. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, n. 2, p. 5-8, 2003.
- PAULA-JÚNIOR, W. *et al.* Leishmanicidal, antibacterial, and antioxidant activities of *Caryocar brasiliense* Cambess leaves hydroethanolic extract. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 625-630, 2006.
- PESSINI, G. L. *et al.* Avaliação da atividade antibacteriana e antifúngica de extratos de plantas utilizados na medicina popular. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, p. 24-27, 2003.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa. 301 p., 2001.

- SANTANA, E. H. W. *et al.* Contaminação do leite em diferentes pontos do processo de produção. I. Microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos. **Ciências Agrárias**, v. 22, n. 2, p. 145-154, 2001.
- SILVA, M. S. P. *et al.* Study Bioprospecting of Medicinal Plant Extracts of the Semiarid Northeast: Contribution to the Control of Oral Microorganisms. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v.2012, p.1-6, 2012.
- SIQUEIRA, C. F. Q. *et al.* Levels of tannins and flavonoids in medicinal plants: evaluating bioprospecting strategies. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2012, p. 1-7, 2012.
- VIRTUOSO, S. *et al.* Estudo preliminar da atividade antibacteriana das cascas de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae (Leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.15, n.2, p.137-142, 2005.

Capítulo 5

Susceptibilidade de extratos vegetais de *Schinopsis brasiliensis* Engl. frente a *Pseudomonas* spp.

Rayane Patrícia Silva*¹; Roberta Torres Careli²; Izabella Carolina de Oliveira Ribeiro³; Francielle Patrícia Evangelista Mendes¹; Eduardo Robson Duarte⁴

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar extratos vegetais de *Schinopsis brasiliensis* Engl. (pau preto) provenientes do Norte de Minas Gerais em diferentes concentrações com atividade antibacteriana frente a estirpes de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 e duas estirpes de *Pseudomonas* spp. isoladas de setores de ordenha bovina. Os extratos foram primeiramente filtrados em membrana milipore e as subamostras obtidas foram designadas à determinação de matéria seca. Os extratos foram ajustados para a menor concentração de 150 mg/mL. A partir desta solução foram preparadas outras quatro nas concentrações de 75; 37,5; 18,75 e 9,37 mg/mL. Foi feita análise fatorial e de regressão a significância de 5%. Os resultados mostraram que, quanto maior a concentração do extrato maior o halo de inibição bacteriano, apresentando diferença estatística ($P < 0,05$). Foram observadas médias de halos de 11,5 mm na maior concentração testada, o que comprova a eficiência antimicrobiana do extrato de pau preto na concentração de 150 mg/mL. Pode-se verificar que o extrato desta planta é eficiente para inibir a estirpe *Pseudomonas* isoladas dos ambientes de ordenha bovina.

Palavras-chave: Atividade antibacteriana. Ordenha bovina. Plantas do Cerrado.

Introdução

O leite por ter uma composição muito rica em nutrientes torna-se vulnerável ao ataque de um grande número de microrganismos (YAMADA, 2011). A contaminação do leite pode ocorrer durante a ordenha, mas as principais fontes de contaminação são os equipamentos utilizados durante a manipulação, transporte, processamento e o armazenamento (FRANCO e LANDGRAF, 2002).

¹ Graduada em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias/UFMG

² Professora Associada, Instituto de Ciências Agrárias/UFMG

³ Doutoranda em Ciências Veterinárias/UFLA

⁴ Professor Associado, Instituto de Ciências Agrárias/UFMG

*Autora para correspondência: rayaneppsilva@gmail.com

As proteases produzidas por microrganismos psicrotróficos podem tornar o leite instável ao calor (KOHLMANN *et al.*, 1991). Os principais prejuízos industriais marcantes ocasionados pelo alto efetivo microbiano são: acidificação e coagulação, produção de gás, gelificação, sabor amargo, coagulação sem acidificação, aumento da viscosidade, alteração de cor, produção de sabores, odores variados, dentre outros, os quais diminuem a vida de prateleira e o rendimento industrial (GIGANTE, 2004).

Os vegetais são uma excelente fonte de busca de novas drogas antimicrobianas, tendo em vista que a diversidade molecular dos produtos naturais é muito superior àquela derivada dos processos de síntese química (NOVAIS *et al.*, 2003).

Schinopsis brasiliensis Engl. pertence à família Anacardiaceae sendo o principal representante, do gênero *Schinopsis*, nativo do Brasil. É uma espécie característica da caatinga e de grande valor econômico para a região nordestina. No levantamento bibliográfico a cerca das propriedades fitoquímicas da espécie foi assinalado o isolamento de vários metabólitos secundário, destacando-se os terpenóides, lignanas e polifenóis (SARAIVA, 2007).

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito inibitório de *Schinopsis brasiliensis* (pau preto) provenientes do cerrado do Norte de Minas Gerais em diferentes concentrações frente a estirpes de *Pseudomonas* isoladas de ambientes de ordenha bovina.

Material e métodos

Os experimentos foram realizados no laboratório de Microbiologia Aplicada do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), campus Montes Claros, MG.

Foram avaliadas duas estirpes de *Pseudomonas* spp. isoladas de amostras de leite cru de tanques de refrigeração dos setores de ordenha da Fazenda Experimental do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG e do município de Bengo, localizado na região Norte de Minas Gerais. Além das estirpes selvagens, avaliou-se uma cultura padrão de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

Foram utilizados extratos de *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Pau preto), de plantas coletadas na cidade de Montes Claros, MG. O extrato aquoso foi produzido, adicionando-se 100 mL de água destilada a 10 g da espécie vegetal e aquecido em banho-maria a 40 °C durante 60 minutos. O extrato etanólico foi obtido submergindo 100 g do material vegetais em 1000 mL de etanol PA. Em recipientes de vidro âmbar, conservados em local escuro em temperatura ambiente durante dez dias (NERY *et al.*, 2010, com modificações).

Esses extratos foram primeiramente filtrados em membrana milipore ($\emptyset = 0,2 \mu\text{L}$) de celulose, em seguida, subamostras das soluções obtidas foram designadas à determinação de matéria seca, a $105 \text{ }^\circ\text{C}$ para cálculo das concentrações a serem testadas (CUNNIF, 1995). Após a determinação da matéria seca os extratos foram ajustados para a menor concentração de 150 mg/mL . A partir desta solução foram preparadas outras quatro nas concentrações de 75 ; $37,5$; $18,75$ e $9,37 \text{ mg/mL}$.

A atividade *in vitro* dos extratos vegetais sobre cada isolado bacteriano foi determinada de acordo com o NCCLS (2003). Em placas de Ágar Mueller Hinton foram inoculados $200 \mu\text{L}$ com a solução do inóculo e espalhadas com o auxílio de swabs estéreis. Sobre a superfície desse meio foram colocados discos ($\emptyset = 6 \text{ mm}$) de papel filtro esterilizados a $121 \text{ }^\circ\text{C}$ por 15 minutos. Os discos foram acrescidos ao Agar e adicionados $0,10 \mu\text{L}$ da solução dos extratos vegetais, previamente preparados e homogeneizados em vórtex durante um minuto. As placas foram incubadas a $35 \text{ }^\circ\text{C}$ e após 24 horas os halos de inibição foram medidos em mm, conforme descrito por Tagg e Mc Given (1971). Os resultados obtidos foram avaliados em análise fatorial e análise de regressão considerando a significância de 5%, no programa estatístico SAEG.

Resultados e discussão

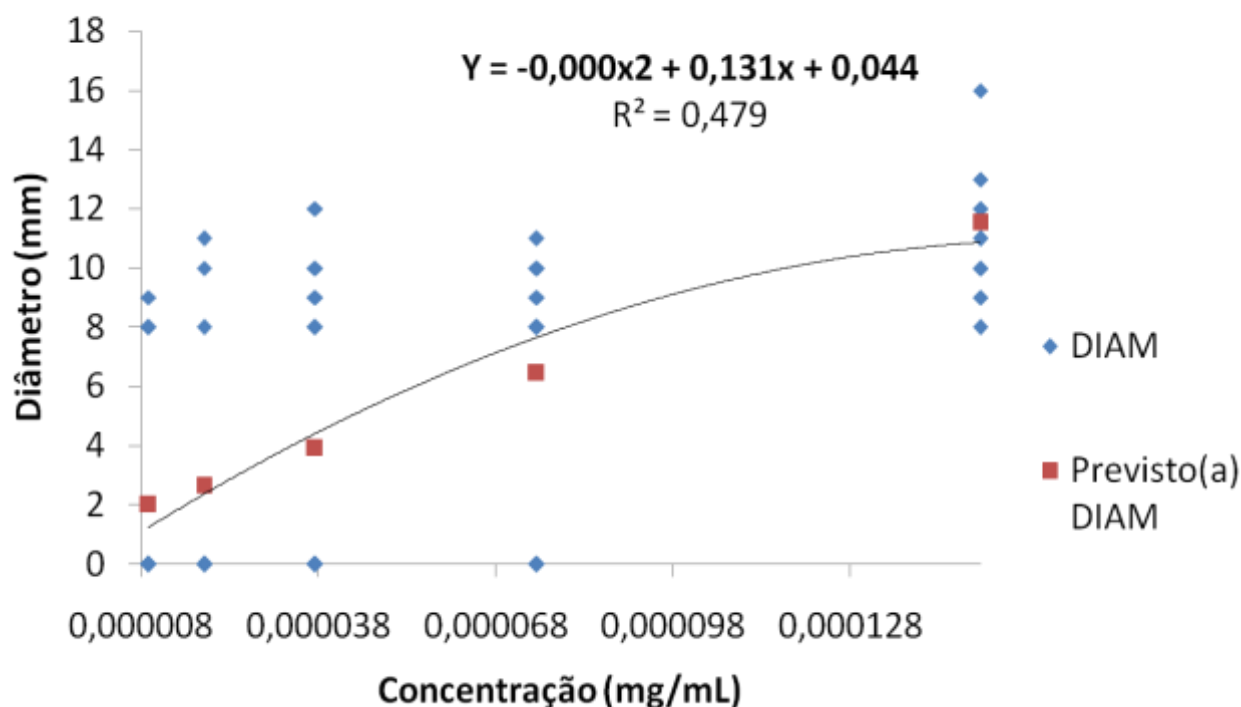
A análise fatorial não apresentou diferença estatística entre as cepas e tratamentos ($P > 0,05$), tendo significância somente para a variável concentração ($P < 0,05$). Nesta variável foi realizada análise de regressão do segundo grau e apresentou $R^2 = 47,9 \%$ (Figura 1).

De acordo com os dados da Figura 1, verificou-se que quanto maior a concentração do extrato maior o halo de inibição bacteriano, apresentando diferença estatística ($P < 0,05$). Foram observadas médias de halos de $11,5 \text{ mm}$ na maior concentração testada, o que comprova a maior eficiência antimicrobiana do extrato de pau preto na concentração de 150 mg/mL .

Segundo Saraiva (2007) as plantas *C. pyramidalis* Tull. e *Schinopsis brasiliensis* Engl. apresentaram ótima atividade antimicrobiana frente a *P. aeruginosa* apresentando concentração mínima inibitória (CMI) igual a $125 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Já o extrato metanólico da folha de *S. brasiliensis*, obteve halos expressivos frente às cepas de *S. aureus* Multirresistentes da ordem de 24 mm e bactérias padrões Gram positivas e Gram negativas da ordem de 22 mm .

Estudos também relataram que a atividade antimicrobiana de extrato metanólico da folha de *Schinopsis brasiliensis* nas concentrações de 100 mg/mL , 50 mg/mL , 25 mg/mL e $12,5 \text{ mg/mL}$ frente a *P. aeruginosa* confirmam conforme a classificação descrita por Alves (2000) um extrato muito ativo com halos de inibição na ordem de 22 mm a 28 mm de diâmetro (CASTRO e PISCIOTTANO, 2010).

Figura 1 - Estimativas das equações de regressão do halo de inibição (mm) das estirpes bacterianas em função da concentração dos extratos de *Schinopsis brasiliensis*.



Fonte: Dos autores, 2019.

Desta forma, os extratos testados neste estudo com maior halo de inibição (11,5 mm) são segundo considerados Alves (2000) considerados parcialmente ativos. Fato este, que pode ser explicado principalmente pela presença de taninos e flavonóides, por serem substâncias ativas responsáveis pela eficiência antibacteriana.

Conclusão

Neste estudo pode-se verificar que os extratos vegetais de *Schinopsis brasiliensis* (pau preto) na concentração de 150 mg/mL possuem maior atividade antimicrobiana frente a estirpes *Pseudomonas aeruginosa* e *Pseudomonas* isoladas de leite cru produzidos em propriedades rurais do Norte de Minas Gerais.

Referências

- ALVES, T. M. A., *et al.* Biological Screening of Brazilian Medicinal Plants. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 95, n.3, p. 367-373, 2000.
- CASTRO, R. H. A.; PISCIOTTANO, M. N. C. **Atividade antimicrobiana do estrato metanólico de *Schinopsis brasiliensis* Engl.** In: XVIII Conic e II Coniti, 2010, Pernambuco. Disponível em: http://www.contabeis.ufpe.br/propesq/images/conic/2010/conic/n_pibic/40/104031139SNP.pdf. Acesso em: 19 nov. 2014.
- CUNNIFF, P. (Ed.) **Official methods of AOAC International**. AOAC International, ed. 16, v. 1, n. 1, 1995.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2002. 182 p.
- GIGANTE, M. L. Importância da qualidade do leite no processamento de produtos lácteos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 1., 2004, Passo Fundo. **Anais eletrônicos...** Passo Fundo: UPF, 2004. CD-ROM.
- NCCLS. **Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically**; Approved Standard—Sixth Edition. NCCLS document M7-A6 [ISBN 1-56238-486-4]. NCCLS, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898 USA, 2003.
- NERY, P. S. *et al.* Effect of *Anacardium humile* on the larval development of gastrointestinal nematodes of sheep. **Veterinary Parasitology** v. 171, n. 1, p. 361-364, 2010.
- NOVAIS, T. S. *et al.* Atividade antibacteriana em alguns extratos de vegetais do semi-árido brasileiro. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, n. 2, p. 05-08, 2003.
- KOHLMANN, K. L. *et al.* Production of proteases by psychrotrophic microorganisms. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3275 – 3283, 1991.
- SARAIVA, A. M. **Estudo Farmacognóstico e Determinação da Atividade Biológica de *Caesalpinia pyramidalis* Tull. e *Schinopsis brasiliensis* Engl. frente a cepas de *Staphylococcus aureus* MRSA Multirresistentes**. 2007. 186 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Departamento de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.
- TAGG, J. R.; MC. GIVEN, A.R. Assay sistem for bacteriocins. **Applied Microbiology**, v. 21, n. 1, p. 943. 1971.
- YAMADA, A. K. **Rastreamento de contaminações microbiológicas e resíduos de proteína em indústrias de laticínios**. 2011. 76f. Dissertação (Mestrado em ciência animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

Capítulo 6

Análise microbiológica de alimentos minimamente processados comercializados em Vitória da Conquista - BA

Kaike Soares Oliveira Lacerda¹; Roseane Mendonça de Figueiredo²; Daniel Mario Tapia Tapia³; Higor Lemos do Padro⁴; Clara Mariana Gonçalves Lima⁵; Renata Ferreira Santana^{*6}

Resumo

O mercado de hortaliças e frutas minimamente processadas tem crescido consideravelmente nos últimos anos, devido ao alto valor nutricional observado e pela falta de tempo para realizar os procedimentos mínimos para consumo. Este tipo de alimento é caracterizado como o produto lavado, descascado, cortado ou fatiado, embalado cru e armazenado sob refrigeração. Para verificar as condições higiênicas-sanitárias dos alimentos minimamente processados, a realização de análises de microrganismos indicadores como Coliformes Totais, Coliformes à 45°C e *Salmonella* são bastante válidas. O objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade microbiológica de hortaliças minimamente processadas comercializadas em Vitória da Conquista - BA. Dezesesseis amostras de hortaliças minimamente processadas foram coletadas aleatoriamente em feira livre, supermercado e revendedor direto. Cinco amostras estavam inadequadas para coliformes à 45°C e não detectou-se a presença de *Salmonella* em nenhuma delas.

Palavras-chave: Coliformes. Hortaliças. *Salmonella*.

Introdução

O mercado de hortaliças e frutas minimamente processadas tem crescido consideravelmente nos últimos anos, devido ao alto valor nutricional observado e pela falta de tempo para realizar os procedimentos mínimos para consumo. Este tipo de alimento é caracterizado como o produto lavado,

¹Graduando em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,

²Docente, Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,

³Docente, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia,

⁴Graduando em Nutrição, Universidade Federal da Bahia,

⁵Mestranda, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras

⁶Docente, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia; Colegiado de Nutrição, Faculdade de Tecnologia e Ciências.

*Email para correspondência: rena_nutri@yahoo.com.br

descascado, cortado ou fatiado, embalado cru e armazenado sob refrigeração (BERBARI; PASCHOALINO; SILVEIRA, 2001)

A utilização de práticas sanitárias adequadas durante a manipulação, visam garantir uma qualidade microbiológica a estes alimentos e conseqüentemente segurança ao consumidor. Para verificar as condições higiênico-sanitárias dos alimentos minimamente processados, a realização de análises de microrganismos indicadores como Coliformes Totais, Coliformes à 45°C e *Salmonella* são bastante válidas (FORSYTHE, 2013).

O grupo coliformes totais é formado por bactérias da família *Enterobacteriaceae*, capazes de fermentar lactose e produzir gás, quando incubadas a 35-37°C, durante 48 horas. Os gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* são os mais comuns deste grupo, mas somente a *Escherichia coli* tem origem exclusiva do trato intestinal do homem e de animais (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Os coliformes fecais durante muitos anos foram caracterizados como coliformes totais com a capacidade de fermentar lactose e produzir gás a 44-45,5°C quando incubados. Porém, segundo a Resolução nº12, de 02 de Janeiro de 2001, da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária, a denominação coliforme a 45°C se faz mais adequada porque algumas cepas de *Enterobacter* e *Klebsiella* também possuem essa capacidade fermentativa às mesmas condições e estas podem ser encontradas também no solo e na água. De tal maneira, esta nova denominação engloba tanto coliforme fecal (*Escherichia coli*), quanto coliformes termotolerantes (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

A *Salmonella* é um gênero pertencente à família *Enterobacteriaceae*, caracterizada como anaeróbia facultativa, capaz de utilizar o citrato como fonte única de carbono. Está relacionada basicamente a três tipos de doenças: febre tifoide (*S. typhi*), febres entéricas (*S. paratyphi*) e enterocolites (demais salmonelas) (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Além disso, o estresse mecânico proveniente do processamento gera tanto a ruptura dos tecidos protetores quanto à liberação de nutrientes, fatores que favorecem o crescimento de microrganismos (MORETTI, 2007).

Contudo, não existe uma legislação específica para limites de coliformes totais em alimentos, apesar de sua importância como indicadores de condições higiênico-sanitárias inadequadas.

O objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade microbiológica de hortaliças minimamente processadas comercializadas em Vitória da Conquista – BA.

Material e métodos

Coleta das amostras

Dezesseis amostras de hortaliças minimamente processadas foram coletadas aleatoriamente em feira livre, supermercado e revendedor direto, na cidade de Vitória da conquista – BA. As amostras foram coletadas em 4 dias diferentes com um intervalo de uma semana entre eles. No primeiro dia, coletou-se uma amostra de abóbora com quiabo picado e uma de alho descascado, na feira livre; no revendedor direto, coletou-se uma amostra de beterraba picada e embalada à vácuo; no supermercado, uma amostra de couve-flor congelada foi coletada. Nos demais dias de coleta, o mesmo método foi utilizado. Tais amostras foram transportadas em caixa térmica com gelo até o Laboratório de Análise de Água e Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* de Vitória da conquista – BA, para serem analisadas.

Determinação de coliformes termotolerantes e totais

Em quatro Erlenmeyers contendo 225ml de Caldo Lactosado, foram dispostas, 25 gramas de cada amostra. Após homogeneização, realizou-se os testes presuntivo e confirmatório conforme as metodologias descritas por Silva *et al.* (2007).

Determinação de Salmonella

Em erlenmeyers contendo 225ml de Caldo Lactosado, foram adicionadas 25g de cada uma das amostras de hortaliças e realizou-se a incubação por 24h à 35°C. Realizou-se os procedimentos para detecção do microrganismo com base nos métodos descritos por Silva *et al.* (2007) e Brasil (2003).

Resultados e discussão

Na RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, a ANVISA estabelece a presença de no máximo 10²NPM/g de coliformes a 45°C para hortaliças minimamente processadas e ausência de *Salmonella* /25g. As amostras de abóbora com quiabos picados apresentaram os índices mais elevados de coliformes a 45°C em todas as análises em relação aos demais alimentos (Tabela 1). Lembrando que

essa amostra era proveniente da feira livre, o ambiente impróprio desse local para manipulação de alimentos, com manipuladores responsáveis também pelo manuseio do dinheiro, a ausência de água para lavagem das mãos e sanitização dos alimentos são as prováveis práticas que favoreceram a contaminação por coliformes a 45°C. Além disso, como a abóbora possui uma casca dura, este alimento leva um tempo elevado para ser descascado e cortado, o que pode aumentar o risco de exposição e fatores contaminantes.

Um estudo realizado por Menezes e Moreira (2012), demonstrou resultados semelhantes de coliformes a 45°C em abóboras minimamente processadas, com níveis também superiores às preconizadas pela legislação brasileira.

O alho descascado, na classificação para coliformes a 45°C conforme a Tabela 1, estava dentro da normalidade. Porém, quando comparado à amostra abóbora com quiabo cortados, pode ser descascado e embalado mais rapidamente, havendo uma possível diminuição no risco de exposição à contaminação, apesar das condições sanitárias inadequadas da feira livre. Por outro lado, estudos apontam o alho como um alimento com atividades antimicrobianas, devido aos compostos organossulfurados presente em composição, o que deve ter auxiliado para que os dados de coliformes a 45°C estivessem normais (CALDARA *et al.*, 2009; BRASIL, 2001).

Bruno *et al.* (2005) detectaram 13% e 66% de inadequação em hortaliças/tubérculos conforme a recomendação da ANVISA para coliformes termotolerantes e *Salmonella sp*, respectivamente. Contudo, em outro estudo, polpas de frutas congeladas foram avaliadas e constatou-se que todas as amostras estavam dentro dos padrões recomendados pela legislação nacional, para os mesmos microrganismos (SOUZA *et al.*, 2011)

Para todas as amostras de couve-flor constatou-se adequação para coliformes a 45°C e *Salmonella* e a beterraba picada apresentou inadequação somente na segunda coleta (Tabela 1). Contudo, praticamente todas as amostras, com exceção de couve-flor, exibiram altos índices de coliformes totais. Não existe uma legislação específica para avaliar os coliformes totais, mas índices de coliformes totais, mas índices elevados destes microrganismos indicam condições higiênico-sanitárias insuficientes (SIQUEIRA, 1995).

Berbari *et al.* (2001), avaliaram o efeito do cloro na água para desinfecção de alface minimamente processado e constataram que a matéria-prima avaliada possuía alta contaminação por coliformes totais e enfatizaram a necessidade de realizar boas práticas de manipulação de produtos minimamente processados.

Conforme a Tabela 1, todas as amostras apresentaram ausência de *Salmonella*. Santos e Junqueira (2012) também avaliaram a presença deste microrganismo em couve minimamente

processada na Agroindústria de Machadinho em Brasília, Distrito Federal, e todos os resultados foram negativos. No entanto, Bruno *et al.* (2005) relataram presença deste microrganismo em hortaliças minimamente processadas e comercializadas em Fortaleza (CE), o que não isenta nenhum dos alimentos analisados no presente estudo de serem focos de contaminação por *Salmonella*, desde que as condições sanitárias nos processos sejam inadequadas.

Tabela 1 – Contagem de microrganismos em alimentos minimamente processados comercializados em Vitória da conquista – BA, 2013

Data da Coleta	Coliformes a 45°C NMP/g	Coliformes totais NMP/g	<i>Salmonella</i>	Classificação de acordo com coliformes a 45°C
Abóbora com quiabo cortados	160	>1100	Ausente	Inadequado
	>1100	>1100	Ausente	Inadequado
	>1100	>1100	Ausente	Inadequado
Alho descascado	210	>1100	Ausente	Inadequado
	3,6	>1100	Ausente	Adequado
	<3	<3	Ausente	Adequado
Beterraba picada	35	>1100	Ausente	Adequado
	93	>1100	Ausente	Adequado
	21	>1100	Ausente	Adequado
Couve-flor	>1100	>1100	Ausente	Inadequado
	3,6	>1100	Ausente	Adequado
	<3	1100	Ausente	Adequado
	<3	3,6	Ausente	Adequado
	<3	<3	Ausente	Adequado
	<3	<3	Ausente	Adequado
	<3	<3	Ausente	Adequado

NMP = Número mais provável.

Conclusão

Os altos índices de contaminação nas amostras de abóbora com quiabo cortados gera preocupação em relação à ausência de práticas higiênico-sanitárias adequadas na feira livre, já que este alimento é consumido diariamente por um grande número de pessoas.

A veiculação de microrganismos patogênicos em alimentos pode desencadear surtos alimentares com quadro clínico grave e até mesmo óbitos. Portanto, faz-se necessária à implementação de medidas de controle higiênico-sanitárias severas, com incentivo e fiscalização quanto à utilização das Boas Práticas de Fabricação.

Existem poucas pesquisas relacionadas aos aspectos microbiológicos de hortaliças minimamente processadas, e sugere-se novas investigações para facilitar o desenvolvimento de estratégias precisas no controle higiênico-sanitário destes alimentos.

Referências

- BERBARI, S. A. G.; PASCHOALINO, J. E.; SILVEIRA, N. F. A. Efeito do cloro na água de lavagem para desinfecção de alface minimamente processada. **Ciênc. Tecno. Aliment.**, v.21, n. 2, p. 197-201, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº62**, de 26 de agosto de 2003
- Bruno, L. M.; QUEIROZ, A. A. M.; ANDRADE, A. P. C.; VASCONCELOS, N. M.; BORGES, M. F. Avaliação microbiológica de hortaliças e frutas minimamente processadas comercializadas em Fortaleza (CE). **B.CEPPA**, v.23, n. 1, p.75-84, 2005
- CALDARA, F. R.; Rosa, P. S. G.; REIS, N. M. O.; GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. L.; ALMEIDA, F. A.; FERREIRA, V. M. O. S. Alho e orégano como substitutos de antimicrobianos na alimentação de leitões desmamados. **Agrarian**, v.2, n.5, p.143-152, 2009.
- FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. Porto Alegre: ed. Artmed, 2013.
- FRANCO, B. D. G. M; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, SP: Atheneu, 2008. p.182.
- MENEZES, L. M.; MOREIRA, V. S. Análise Microbiológica de Aóbora Minimamente Processada e Comercializada em Feira Livre no Município de Itapetinga-BA. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**, v.14, n.3, p. 159-63, 2012.
- MORETTI, L. C. **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília, DF 2007.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C.; AMSTALDEN, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos** – Terceira Edição. 3 Ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007. V. 1. 536p.
- SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Brasília: EMBRAPA, 1995. 159P.
- SANTOS, A. P. R.; JUNQUEIRA, A. M. R. Gestão da qualidade na couve minimamente processada no distrito federal: o caso da agroindústria machadinho. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.4, p. 337-352, 2012.

SOUZA, C. G. Qualidade microbiológica de polpas de frutas congeladas produzidas no município de russas – CE. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.7, n. 3, p. 01-05, 2011.

Capítulo 7

Qualidade microbiológica de pasta do açaí comercializada por aplicativos

Camilla Almeida de Souza Lima Barros¹; Fernanda Melo Santos¹; Clara Mariana Gonçalves Lima^{*2}; Roseane Mendonça de Figueiredo³; Jaqueline Teixeira Teles⁴; Renata Ferreira Santana⁵

Resumo

O açaí (*Euterpe olerace*) é o fruto do açaizeiro, originário do norte do Brasil. Apresenta um elevado valor energético, alto teor de lipídeos, principalmente ácidos graxos essenciais, vitaminas, minerais e substâncias antioxidantes como a antocianina. Por isso, o fruto e produtos à base do mesmo são bastante consumidos por pessoas que adotam um estilo de vida mais saudável. Objetivou-se, com este estudo, analisar a qualidade microbiológica da pasta congelada do açaí comercializada através de aplicativos no município de Vitória da Conquista - BA. Foram obtidas e analisadas 10 amostras de açaí comercializadas em forma de *delivery*. Realizou-se a contagem de Coliformes Totais, Termotolerantes, *Salmonella* spp, *Staphylococcus aureus*, Bolores e leveduras utilizando a técnica de *Petrifilm*. Os resultados encontrados evidenciaram que 90% das amostras apresentaram Coliformes Totais maiores que 10³ UFC/g, enquanto 20% continham os Termotolerantes. Todas as amostras obtiveram ausência de *Salmonella*. Para Bolores e leveduras e *Staphylococcus aureus* 100% das amostras obtiveram valores superiores quando comparando aos parâmetros previstos na legislação vigente. Os resultados apresentaram qualidade microbiológica insatisfatória para as amostras de açaí.

Palavras-chave: *Euterpe olerace*. Micro-organismos. Contaminação.

Introdução

O açaí (*Euterpe oleracea*) é o fruto do açaizeiro, uma espécie de palmeira originada na região Amazônica, também pode ser encontrada em países próximos, como Colômbia, Venezuela, Equador e Guianas. No Brasil, é tradição consumi-lo em forma de suco, tortas, geleias e licores, porém em

¹Nutricionista, Faculdade de Tecnologia e Ciências

²Mestranda, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras

³Docente, Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

⁴Docente, Departamento de Medicina, Universidade Estadual de Montes Claros

⁵Docente, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia; Colegiado de Nutrição, Faculdade de Tecnologia e Ciências

vários estados a preparação mais consumida é uma mistura da polpa com o xarope de guaraná formando uma pasta que pode ser acompanhada por frutas, cereais, grãos, castanhas, entre outros (MENEZES *et al.*, 2008).

Quanto ao potencial nutricional, o fruto apresenta um alto valor energético e de lipídeos, incluindo os ácidos graxos essenciais, além disso, o fruto é rico em vitaminas C, B1 e B2, minerais como o fósforo, cálcio, e ferro e substâncias com propriedades funcionais como os antioxidantes e a fibra alimentar. O alimento é bastante consumido por aqueles que adotam um estilo de vida saudável, porém deve-se atentar ao valor calórico já que varia conforme o teor de água utilizado durante a extração da polpa, além das diferentes formulações comercializadas do açaí na forma de pasta (açaí na tigela) e ingredientes complementares (OLIVEIRA; CARVALHO; NASCIMENTO, 2002).

Vale salientar que a qualidade da pasta do açaí é influenciada pelos processos de colheita, transporte, armazenamento e processamento do fruto. O manuseio e processamento devem ser adequadamente controlados, dentro de temperaturas adequadas, uma vez que o açaí se degrada em 12 horas sob refrigeração. O fruto possui uma microbiota e dependendo da forma de manipulação da matéria prima, transporte e armazenamento, é passível o crescimento de micro-organismos patogênicos, deterioradores e indicadores de qualidade sanitária, podendo comprometer a qualidade do produto (FARIA *et al.*, 2012).

Objetivou-se, com este estudo, analisar a qualidade microbiológica da pasta congelada do açaí comercializada através de aplicativos no município de Vitória da Conquista - Bahia.

Material e métodos

Foram obtidas 10 amostras de açaí comercializadas na forma de *delivery* através de aplicativos em Vitória da Conquista - BA. Os referidos produtos foram obtidos sem adição de ingredientes (adicionais e/ou acompanhamentos), embalados com utensílios disponíveis nos próprios estabelecimentos. Para garantir o sigilo na pesquisa, as amostras foram codificadas em: A, B, C, D, E, F, G, H, I e J, em seguida, acondicionadas em uma caixa térmica contendo placas de gelo recicláveis para ser encaminhadas no prazo máximo de uma hora ao Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Tecnologia e Ciências – FTC em Vitória da Conquista - BA.

Para realização da análise microbiológica do açaí, considerou-se a Resolução da Diretoria Colegiada do Ministério da Saúde - RDC de nº 12 de 02 de janeiro de 2001 que preconiza a avaliação de Coliformes a 45 °C/g e *Salmonella spp.* (BRASIL, 2001), para gelados comestíveis.

Além disso, realizou-se a análise de micro-organismos indicadores de qualidade (*Staphylococcus aureus*, Bolores e leveduras e Coliformes Totais), já que o produto em questão é manipulado e tais micro-organismos são importantes na detecção de falhas nas Boas Práticas de Fabricação.

A técnica utilizada para análise foi a descrita por Nero, Beluti e Barros (2000), em que são utilizadas placas *Petriefilm* 3M, específicas para cada micro-organismo avaliado. Todos os materiais e utensílios utilizados foram devidamente desinfetados ou esterilizados.

As amostras foram submetidas a homogeneização, em seguida, 25g de açaí foram pesados em balança analítica. Posteriormente, as amostras foram diluídas em água peptonada tamponada e esterilizadas 0,1%, em frasco *erlenmeyer* de 225 mL, correspondendo à diluição de 10^{-1} . A partir da primeira diluição realizou-se a segunda, em que 1 mL da diluição 10^{-1} foi homogeneizado em 9 mL de água peptonada, denominando-a 10^{-2} . Para compor a terceira diluição, 1 mL da diluição 10^{-2} foi homogeneizado em 9 mL de água peptonada, correspondendo a 10^{-3} .

Para inoculação da amostra, utilizou-se placas *Petriefilm* 3M específicas para cada micro-organismo em estudo. Utilizou-se o seguinte procedimento: o filme superior da placa *Petriefilm* foi levantado e adicionou-se 1 mL da diluição 10^{-1} no centro do filme inferior, deixando o filme superior cair sobre a diluição inoculada; posicionou-se o difusor plástico no centro da placa, de forma que a amostra foi distribuída uniformemente. Realizou-se o mesmo procedimento para as demais diluições (10^{-2} e 10^{-3}). A incubação se deu em estufa a 37 °C por 24 horas para Coliformes Totais e *Staphylococcus aureus*; 45 °C por 24/48 horas para Coliformes Termotolerantes e 25 °C por 5 dias para Bolores e leveduras.

Para contagem dos micro-organismos, foram selecionadas as placas que continham entre 15 e 150 colônias. A identificação se deu da seguinte forma: Coliformes a 35°C (colônias com coloração avermelhada), para contagem de microrganismos Termotolerantes (colônias com coloração avermelhada com formação de halo mais claro), para o *S. aureus* (colônias de coloração negra) e Bolores e leveduras se apresentaram por pontos esverdeados.

Para análise de *Salmonella* spp. foram pesados 25g de açaí, de acordo com a legislação vigente, que exige ausência em 25g de amostra (ANVISA, 2001), em seguida, foram transferidos para 225 ml de água peptonada 0,1%. Logo após, as amostras foram incubadas a 37 °C por 24 horas, etapa de pré-enriquecimento.

Após este período, procedeu-se com a determinação da presença ou ausência de *Salmonella*., com placas específicas, foi levantado o filme superior da placa *Petriefilm* e adicionado 1 ml da diluição 10^{-1} (etapa de pré-enriquecimento) no centro do filme inferior, deixando-se o filme superior cair sobre

a diluição inoculada. Para espalhar adequadamente a amostra, foi utilizado o difusor plástico, que foi posicionado no centro da placa, de forma que a amostra foi distribuída uniformemente. Em seguida, as placas foram incubadas em estufa a 37 °C por 24 horas. A identificação de *Salmonella* se deu pela cor verde escuro à preta.

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em UFC/g e presença ou ausência de *Salmonella*.

Resultados e discussão

Os valores médios referentes à qualidade microbiológica das pastas congeladas de açaí estão apresentados na Tabela 1. Vale ressaltar que não existe um parâmetro específico para açaí na tigela, portanto, os valores foram avaliados quanto aos critérios para gelados comestíveis e produtos especiais gelados, de base não láctea e similar. Quanto à *Salmonella*, aos Coliformes Termotolerantes, e Bolores e leveduras considerou-se os valores utilizados pela Instrução Normativa nº 01/2000 para polpas de açaí congeladas submetida a tratamento térmico.

Tabela 1 – Resultados obtidos da análise microbiológica de açaí comercializado por aplicativos em Vitória da Conquista - BA

AMOSTRAS	<i>Salmonella</i>	Coliformes Termotolerantes UFC/g	Coliformes Totais UFC/g	<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	Bolores e leveduras UFC/g
A	Ausência	0	1,0x10 ³	3,0 x 10 ³	2,7 x 10 ⁴
B	Ausência	5,0 x10 ⁴	5,4x10 ⁴	5,4 x 10 ⁴	2,8 x 10 ⁴
C	Ausência	0	1,1x10 ⁵	1,1 x 10 ⁵	2,2 x 10 ⁴
D	Ausência	0	2,46 x 10 ⁵	4,4 x 10 ⁴	1,4 x 10 ⁴
E	Ausência	8,0x10 ³	9,0 x 10 ⁴	2,4 x 10 ⁴	4,0 x 10 ³
F	Ausência	0	6,0 x 10 ³	4,0 x 10 ³	3,4 x 10 ³
G	Ausência	0	2,4 x 10 ⁵	3,4 x 10 ⁴	1,3 x 10 ⁴
H	Ausência	0	7,0 x 10 ³	1,0 x 10 ³	1,5 x 10 ⁴
I	Ausência	0	0	1,4 x 10 ⁴	4,0 x 10 ³
J	Ausência	0	1,7 x 10 ⁴	2,1 x 10 ⁴	6,0 x 10 ³

Fonte: Dos autores 2018.

Na análise realizada quanto à *Salmonella*, verificou-se que nenhuma das amostras estudadas apresentou contaminação. Este fator é relevante já que a RDC nº 12/2001 especifica que o alimento para estar apto ao consumo humano deve ter ausência de tal micro-organismo.

Esses resultados concordam com os obtidos por Vaz (2003) em que amostras de açaí eram aptas para consumo. Freitas *et al.* (2015) em seus estudos realizados na cidade de Governador Valadares – Minas Gerais obtiveram ausência de *Salmonella* em três diferentes marcas de açaí.

Franco e Landgraf (2008) ressaltam que a *Salmonella* é um micro-organismo potencialmente nocivo à saúde humana e é considerado um patógeno em potencial, principalmente para grupos populacionais mais suscetíveis como idosos, gestantes e crianças.

Para Coliformes Termotolerantes o valor preconizado é de 5×10 (RDC 12/2001), como se pode observar na Tabela 1, as amostras B e E encontram-se contaminadas com valores acima do especificado na legislação.

Vale ressaltar que em 90% dos casos deste grupo de micro-organismos é representado pela *E. coli*. Essa bactéria é considerada um indicador de qualidade higiênico-sanitária, que está presente nas fezes humanas. Assim, altos índices de contaminação indicam possíveis falhas no processo de higiene principalmente do manipulador e/ou da matéria prima e utensílios utilizados.

A presença de Coliformes Totais e Termotolerantes está relacionada à manipulação inadequada, principalmente quando envolve a matéria-prima ou equipamentos. Faria, Oliveira e Costa (2012) encontraram limites superiores aos determinados pela legislação RDC nº 12/2001, em que das 27 amostras obtidas com presença de Coliformes Totais, 16,7% confirmaram a presença de Coliformes Termotolerantes de $2,4 \times 10^2$ NMP/ml.

Ao avaliar a presença de Coliformes Totais, foi evidenciado que todas as amostras estavam com contaminação acima do preconizado pela Instrução Normativa de nº 1/2000 contendo valores acima de 10^3 UFC/g. Resultados semelhantes foram obtidos por Souza, Melo e Almeida (1999), eles relataram que 100% das amostras de açaí e do fruto estavam contaminadas por tais micro-organismos.

Faria, Oliveira e Costa (2012) obtiveram resultados positivos de contaminação em 25% das amostras analisadas na cidade de Pouso Alegre – MG enfatizando que a maior contagem de Coliformes Totais foi de $1,1 \times 10^3$ UFC/g.

Quanto às análises de *Staphylococcus aureus*, verificou-se que 100% das amostras obtidas, estavam contaminadas. Segundo Jay (2005) valores acima de 10^3 g/mL indicam que o alimento é impróprio para o consumo humano, já que com tais valores o micro-organismo pode causar toxinfecções alimentares.

Franco e Landgraf (2008) afirmam que valores superiores a 10^5 g/mL de *S. aureus* inicia-se a produção de enteroxinas as quais são responsáveis por causar a síndrome emética e a síndrome diarréica após o consumo do alimento contaminado.

Vale ressaltar que, além de ser um micro-organismo patogênico, o *S. aureus* é considerado indicador de qualidade sanitária dos alimentos, já que este está presente nas mucosas nasais, pele e o trato respiratório. Assim, o manipulador de alimentos é um dos principais responsáveis pela contaminação através do manuseio de utensílios e equipamentos em superfícies não higienizadas e hábitos de higiene inadequados.

Com relação aos Bolores e leveduras, não há valores específicos para eles na legislação brasileira, porém a Instrução Normativa nº 1/2000 ressalta que para polpas congeladas submetidas ao tratamento térmico apresenta limite máximo de 2×10^3 UFC/g. Neste sentido, 100% das amostras apresentaram valores superiores ao estabelecido pela legislação. Utilizou-se a IN supracitada uma vez que a pasta de açaí é submetida à pasteurização antes de ser acrescida de outros ingredientes.

Os resultados obtidos no trabalho de Gonçalves (2017) mostraram que das quatro amostras avaliadas apenas uma não estava contaminada com valores acima do preconizado pela legislação, que foi de $8,6 \times 10^2$ UFC/g, as demais apresentaram altas contagens do micro-organismo, sendo maiores que 10^5 .

Conclusão

O açaí comercializado por aplicativo no município de Vitória da Conquista não apresentou conformidade com os padrões exigidos indicando falhas no processamento da pasta e/ou na manipulação do produto nos estabelecimentos. As medidas preventivas e fiscalizadoras devem ser reforçadas de forma a assegurar um produto apto ao consumo.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução normativa Nº 01, de 7 de janeiro de 2000 - Dispõe sobre Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta.

BRASIL. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.

- FARIA, M; OLIVEIRA, L. B. D; COSTA F. E. C. Determinação da qualidade microbiológica de polpas de açaí congeladas comercializadas na cidade de Pouso Alegre – MG. **Alimentos e nutrição**, v. 23, n. 2, p. 243-249, 2012.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu; 2008.
- FREITAS, M.A.B.; VIEIRA, I.C.G.; ALBERNAZ, A.L. K.M.; MAGALHÃES, J.L.L. Floristic impoverishment of Amazonian floodplain forests managed for açaí fruit production. **Forest Ecology and Management**, n.351, p. 20–27, 2015.
- GONÇALVES, R. L. **Avaliação da qualidade microbiológica do açaí comercializado no município de Barretos – S.P.** 2017. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Alimentos) – Instituto Federal de São Paulo, Barretos, 2017.
- JAY, J. M. Microbiologia de alimentos. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- MENEZES, E. M. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) liofilizada. **Acta Amazônica**, v.38, n.2, p. 311-316, 2008.
- NERO, L. A.; BELOTI, V.; BARROS, M. A. F. Métodos rápidos e automatizados para enumeração de micro-organismos indicadores em leite, utilização no Brasil. **Semina Ciênc Agr.**, v. 21, n. 1, p. 115-26, 2000.
- OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. **Cultivo do açaizeiro para produção de frutos**. Embrapa Amazônia Oriental, circular técnica n. 26 p. 01-14, 2002.
- SOUSA, C. L.; MELO, G. M. C.; ALMEIDA, S. C. S. **Avaliação da qualidade do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) comercializado na cidade de Macapá – AP**. Boletim CEPPA, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 127-136., 1999.
- VAZ, A. P. L. **Caracterização e avaliação da qualidade de polpas de açaís industrializadas e perfil de ácidos graxos do fruto do açaizeiro**. Recife/PE – 2003.

Capítulo 8

Contaminantes de embalagens e de seu ambiente de armazenamento no comércio varejista de produtos lácteos

Eliza Maria Galvão Bengtson Lobato¹; Vanessa Aglaê Martins Teodoro*²; Márcio Roberto Silva³; Denise Sobral⁴; Junio Cesar Jacinto de Paula⁴; Kely Tatianne Costa Santana⁵

Resumo

As etapas de fracionamento, armazenamento e embalagem de produtos lácteos no comércio varejista são determinantes para sua qualidade final. Objetivou-se avaliar a contaminação de embalagens de laticínios fracionados no mercado e de seu ambiente de armazenamento. Avaliaram-se 04 embalagens de cada um dos 15 supermercados (n = 60) com relação às contagens de *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), coliformes 30 °C, *Escherichia coli* (*E. coli*), aeróbios mesófilos e fungos filamentosos e leveduras. Também foram realizadas contagens de fungos filamentosos e leveduras em 18 áreas de armazenamento de embalagens. Nenhuma embalagem apresentou contaminação por *S. aureus*. Uma amostra (1,67 %) apresentou contaminação por coliformes 30 °C e *E. coli*. Para aeróbios mesófilos e fungos filamentosos e leveduras, respectivamente, 08 (13,33 %) e 20 (33,33 %) amostras apresentaram contagens acima do limite de referência. Um total de 15 (83,33 %) ambientes onde as embalagens estavam armazenadas apresentaram contagens de fungos filamentosos e leveduras acima do recomendado. Estes resultados podem ter contribuído para a frequência mais elevada de contaminação das embalagens por fungos. O estudo demonstra que existem falhas de manipulação e armazenamento das embalagens, bem como de higiene do ambiente de armazenamento que podem comprometer a qualidade do produto lácteo fracionado no mercado.

Palavras-chave: Contaminação. Fracionamento. Laticínios. Qualidade. Supermercado.

¹Mestre em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados, Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) - MG

²Professora do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) - MG; vanessa.teodoro@ufjf.edu.br;

³ Pesquisador da EMBRAPA Gado de Leite – Juiz de Fora - MG

⁴Pesquisadores/Professores da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Instituto de Laticínios Cândido Tostes (EPAMIG - ILCT). Juiz de Fora – MG

⁵Estudante de Engenharia de Alimentos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Montes Claros - MG

Introdução

O sistema de gestão da qualidade na indústria de laticínios deve abranger todas as etapas da cadeia, desde a produção do leite até o consumidor final, garantindo que o produto conservará suas características originais. Para isso, a empresa deve possuir controle do transporte dos produtos acabados até o ponto de venda, bem como ter a garantia de que o supermercado irá armazenar, fracionar e expor à venda de maneira adequada. Da mesma forma, o comércio varejista também deve se preocupar em cumprir a legislação para a manipulação e a exposição à venda de produtos lácteos (TEODORO *et al.*, 2017).

No setor de fracionamento de laticínios em estabelecimentos comerciais, a qualidade envolve todos os fatores que possam comprometer os padrões de identidade e qualidade, como o tipo de produto lácteo, o transporte, os equipamentos, a manipulação, as embalagens, o armazenamento refrigerado e a comercialização (SILVA JUNIOR, 2014).

As embalagens que entram em contato com os alimentos não devem transferir odores, sabores e substâncias nocivas, nem alterar a qualidade microbiológica, a composição ou as características sensoriais dos produtos nela acondicionados, de forma a apresentar risco para a saúde humana (ANVISA, 2001b).

A legislação brasileira não obriga a realização de análises microbiológicas das embalagens pelos estabelecimentos manipuladores de alimentos. Dessa forma, o controle deve ser feito por meio da exigência de laudo do fabricante, atestando que a embalagem se encontra própria para o uso a que se destina. Assim, na ausência de regulamentação específica que estabeleça critérios microbiológicos de embalagens para orientar as empresas, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) sugeriu, em seu guia de perguntas e respostas, que devem ser seguidos os padrões microbiológicos compatíveis com os alimentos com os quais entrarão em contato, definidos na RDC 12 de 02 de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001a).

Também não há na regulamentação acerca da qualidade microbiológica dos ambientes de manipulação, fracionamento e embalagem de alimentos no comércio. Da mesma forma, são escassos na literatura dados acerca deste assunto. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a contaminação microbiológica de embalagens utilizadas para produtos lácteos fracionados no mercado, bem como do seu ambiente de armazenamento, de forma a verificar o nível de contaminação nos pontos de venda.

Material e métodos

Foram selecionados 15 estabelecimentos varejistas que armazenam, fracionam e comercializam produtos lácteos na região do Campo das Vertentes, no estado de Minas Gerais. As unidades amostrais eram classificadas como supermercados e mercados, segundo critérios específicos. O fator decisivo na seleção foi que o estabelecimento deveria possuir área de manipulação, fatiamento e comercialização de laticínios.

Para avaliação das condições higiênico-sanitárias de embalagens utilizadas no acondicionamento de produtos lácteos fracionados no comércio, foram realizadas análises de *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), coliformes 30 °C, *Escherichia coli* (*E. coli*), contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e de fungos filamentosos e leveduras.

Foram coletadas amostras de 04 embalagens utilizadas para produtos fracionados (queijos fatiados, fracionados em cunha ou ralados) de cada um dos 15 estabelecimentos comerciais participantes da pesquisa (n = 60). As embalagens amostradas foram plástico filme (PVC), polietileno para máquinas de vácuo, bandejas de isopor, potes de polietileno, bobinas de polietileno com e sem papel e sacolas de polietileno. Todas as embalagens estavam armazenadas nas áreas de manipulação de produtos lácteos. As coletas foram realizadas por meio de *swab*, segundo metodologia descrita por Andrade *et al.* (2008).

Também foram realizadas contagens de fungos filamentosos e leveduras do ambiente onde as embalagens permaneciam armazenadas até o momento da utilização, em geral, na mesma sala de fracionamento dos produtos lácteos. Foram amostradas 18 áreas de armazenamento, por meio da técnica de sedimentação simples, conforme descrito por Sveum *et al.* (1992).

Para análise de *S. aureus* utilizou-se Petrifilm™ 3M – Petrifim Staph Express Count Plate (STX) e o disco reativo Petrifilm™ 3M – Staph Express, em casos se colônias suspeitas, para confirmação da espécie, segundo a metodologia descrita pelo fabricante. Para contagens de coliformes 30 °C e *E. coli* foi utilizado Petrifilm™ 3M – *E.coli*/Coliformes Count Plate (EC), de acordo com os procedimentos determinados pelo fabricante. As contagens de aeróbios mesófilos foram realizadas por meio de plaqueamento em profundidade em Ágar Padrão para Contagem (PCA), com incubação a 32 °C ± 1°C por 48 horas (SILVA *et al.*, 2010). As contagens de fungos filamentosos e leveduras foram realizadas utilizando-se plaqueamento em superfície de Ágar Batata Dextrosado Acidificado com ácido tartárico a 10 %, com incubação a 25 °C ± 1 °C por 3 a 5 dias (SILVA *et al.*, 2010).

Empregou-se a análise estatística descritiva para determinação das taxas de frequência de contaminação de amostras de embalagens, classificadas como “satisfatória” ou “insatisfatória”, por de *S. aureus*, coliformes 30 °C, *E. coli*, microrganismos aeróbios mesófilos e fungos filamentosos e leveduras, bem como por fungos filamentosos e leveduras no ambiente de armazenamento dessas embalagens.

Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta o percentual de diferentes tipos de embalagens utilizadas para laticínios, de um total de 60 amostras (04 por supermercado), com contagens “satisfatórias” e “insatisfatórias” dos microrganismos estudados.

As embalagens amostradas neste estudo são utilizadas para acondicionamento de queijos fatiados (Mussarela e Prato), fracionados em cunha (Minas Frescal, Mussarela e Prato) e ralados (Parmesão). O regulamento geral de queijos (BRASIL, 1996), bem como a RDC 12 (ANVISA, 2001a), estabelecem diferentes padrões para os diversos tipos de queijos na indústria e no comércio, respectivamente, em função, basicamente, do seu teor de umidade.

Para os queijos Minas Frescal, Prato e Mussarela, a RDC 12 de 2001 (ANVISA, 2001a) estabelece padrão para coliformes 45°C, *Staphylococcus* coagulase positiva, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella*. Para o queijo Parmesão Ralado, coliformes 45°C, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella*. A portaria 146 de 07 de março de 1996 (BRASIL, 1996) poderia ser uma alternativa à RDC 12 de 2001, visto que além dos microrganismos citados, também apresenta padrão para coliformes 30°C para todos os queijos do estudo e, no caso de queijo ralado, fungos filamentosos e leveduras.

Dentre os microrganismos estudados, *E. coli* e aeróbios mesófilos não constituem parâmetros estabelecidos pela legislação de queijos. Desta forma, optamos por utilizar como referência para estes microrganismos, as mesmas usadas para superfícies de contato, ou seja, de até 50 UFC.cm⁻² para aeróbios mesófilos (ANDRADE *et al.*, 2008) e de ausência para *E. coli* (SILVA JÚNIOR, 2004), considerando que, segundo o limite de detecção da técnica, este limite é de <10 UFC.cm⁻² (estimado).

No caso de fungos filamentosos e leveduras, nenhuma das embalagens que apresentou contagens é utilizada para embalar queijo ralado. Dessa forma, também optou-se por utilizar como referência a mesma usada para aeróbios mesófilos para superfície de contato, ou seja, até 50 UFC.cm⁻².

Tabela 1 – Percentual de amostras de diferentes tipos de embalagens utilizadas para embalar produtos lácteos após o fracionamento (total de 60 amostras), com contagens “satisfatórias” e “insatisfatórias” de *S. aureus*, coliformes 30 °C, *E. coli*, aeróbios mesófilos e fungos filamentosos e leveduras e o percentual total de embalagens “satisfatórias” e “insatisfatórias” para cada análise

Embalagem	<i>S. aureus</i> (UFC.cm ⁻²)		Coliformes 30 °C (UFC.cm ⁻²)		<i>E. coli</i> (UFC.cm ⁻²)		Aeróbios mesófilos (UFC.cm ⁻²)		Fungos filamentosos e leveduras (UFC.cm ⁻²)	
	IS	S	IS	S	IS	S	IS	S	IS	S
	Plástico (n=21)	0%	100%	0%	100%	0%	100%	19,05%	80,95%	19,05%	80,95%
Isopor (n=19)	0%	100%	5,26%	94,74%	5,26%	94,74%	15,79%	84,21%	47,39%	52,63%
Filme (n=8)	0%	100%	0%	100%	0%	100%	12,50%	87,50%	37,50%	62,50%
Sacola (n=4)	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
Vasilha plástica (n=1)	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
Vácuo (n=7)	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	42,85%	57,12%
TOTAL (n=60)	0%	100%	1,67%	98,33%	1,67%	98,33%	13,33%	86,67%	33,33%	66,67%

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: IS: Insatisfatório; S: Satisfatório; n: número de amostras

O padrão legal estabelecido pela RDC 12 (ANVISA, 2001a) para *Staphylococcus* coagulase positiva varia conforme o queijo, entretanto, nenhuma embalagem apresentou contaminação por *S. aureus*. Este microrganismo é importante devido à presença de portadores nasais que podem desempenhar papel fundamental na sua disseminação em embalagens que poderão, por sua vez, contaminar os alimentos. Além disso, *S. aureus* é um microrganismo comumente presente em leite e derivados em função da presença de mastite no rebanho, mas, principalmente, por manipulação inadequada (SILVA *et al.*, 2000)

Coliformes 30 °C e *E. coli* foram encontrados em 5,26% (01) do total de amostras, uma embalagem de isopor, utilizada para embalar queijos como Mussarela, Prato e Minas Frescal. A embalagem amostrada apresentou contagem de 5×10^2 UFC.cm⁻² de coliformes 30 °C. Se considerássemos os parâmetros da Portaria 146 de 1996 (BRASIL, 1996), as contagens poderiam ser de até 1×10^3 UFC.cm², caso o isopor fosse utilizado para embalar Mussarela ou Prato ou de até 1×10^5 UFC.cm⁻², no caso de Minas Frescal. Em qualquer um dos casos, a embalagem estaria com contagem satisfatória. Se, por outro lado, considerássemos como referência as contagens sugeridas para as superfícies de contato, ou seja, de até 50 UFC.cm⁻², a embalagem estaria em desacordo. Isto demonstra o quanto são necessários embasamentos legais para orientar a indústria com relação às referências de contagens para embalagens. A amostra de isopor que apresentou contagem de coliformes 30 °C, também apresentou *E. coli*, assim, ainda que fosse considerada adequada para contagem de coliformes 30 °C, seria classificada como inadequada, pois não deveria apresentar contagens deste microrganismo.

É importante ressaltar que *S. aureus* e *E. coli* são contaminantes presentes no corpo humano e que a transferência desses microrganismos para os alimentos pode ser evitada por meio de hábitos higiênicos constantes. Falhas nos procedimentos de higienização das mãos podem levar à contaminação cruzada dos alimentos que podem causar danos à saúde dos consumidores (SILVA JÚNIOR, 2004). Dessa forma, é imprescindível a higienização correta das mãos e hábitos higiênicos ao embalar produtos fracionados no mercado. Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram que a manipulação não permitiu a contaminação direta ou cruzada por *S. aureus* e por *E. coli*.

Para aeróbios mesófilos 13,33% (8) das embalagens superaram a contagem utilizada como referência, ou seja, até 50 UFC.cm⁻². As embalagens de plástico, isopor e filme apresentaram contagens insatisfatórias em 19,05%, 15,79% e 12,50%, respectivamente. A contagem total de aeróbios mesófilos em placas é o método mais utilizado como indicador geral de populações bacterianas, não as diferenciando. Dessa forma, quanto mais alta a população de bactérias, piores são

as condições de controle de processo (SILVA *et al.*, 2010), ou seja, para este caso específico, controle do armazenamento e utilização das embalagens.

Houve desenvolvimento de fungos filamentosos e leveduras acima do nível considerado como referência em 33,33% (19) das amostras, sendo embalagens de plástico (19,05%), isopor (47,39%), filme (37,50%) e vácuo (42,85%). Essas embalagens, em geral, estavam expostas na sala de manipulação de frios, de onde foram coletadas, portanto, suscetíveis a contaminações externas do ambiente e da circulação de pessoas. Não houve desenvolvimento de fungos filamentosos e leveduras nas vasilhas de plástico (polietileno, utilizadas para embalar queijos ralados) e sacolas plásticas. Isto pode ser explicado pois ambas não tinham contato com o ambiente externo até o momento da embalagem dos produtos, quando as amostras foram coletadas.

Assim como ocorre para embalagens, também não existe padrão legal para a qualidade microbiológica do ar ambiental em estabelecimentos manipuladores de alimentos, dessa forma, optou-se por utilizar a recomendação para fungos filamentosos e leveduras descrita por Sveum *et al.* (1992), ou seja, até 30 UFC.cm⁻².semana⁻¹. A análise do ambiente onde as embalagens permaneciam armazenadas até o momento da sua utilização revelou contagens maiores que as recomendadas em 15 (83,33%) de um total de 18 áreas. As contagens variaram de 10 UFC.cm⁻².semana⁻¹ a 2,2 x 10² UFC.cm⁻².semana⁻¹.

Pode-se inferir que existem deficiências nos procedimentos de higienização adotados nestes supermercados que apresentam contaminação por fungos filamentosos e leveduras em seus ambientes. Isto pode ter influenciado os resultados das análises de fungos das embalagens, uma vez que nos estabelecimentos onde as contagens foram altas, as embalagens ficavam expostas à contaminação ambiental.

A qualidade do ar em unidades de processamento de alimentos pode não afetar diretamente a segurança microbiológica ou a manutenção da qualidade, em se tratando de alimentos pouco perecíveis. No entanto, alimentos mais suscetíveis à deterioração, como produtos lácteos, são particularmente sensíveis à contaminação por microrganismos transportados pelo ar, como fungos filamentosos e leveduras, uma vez que possuem habilidade de se multiplicar em vários tipos de alimentos e são importantes deteriorantes, contribuindo para a menor vida de prateleira do produto (SVEUM *et al.*, 1992).

Para Silva Junior (2001), as altas contaminações do ar podem ser decorrentes da falta de barreira física, já Coelho *et al.* (2010) afirmam que o número de microrganismos presentes no ar pode ser influenciado também pela temperatura e umidade. A taxa de ventilação, o número de pessoas que ocupam o ambiente, a natureza e o grau de atividade desempenhada por esses indivíduos, bem como

a matéria-prima utilizada, são fatores que favorecem o desenvolvimento de fungos (OLIVEIRA *et al.*, 2013). A grande movimentação de pessoas e mercadorias nos setores de laticínios pode ter interferido no nível de contaminação ambiental. Além disso, as amostras foram coletadas durante o horário comercial, o que pode ter contribuído ainda mais para a elevada contaminação do ar.

Para o controle ambiental também é fundamental a adoção de medidas sistemáticas de higienização para a redução da microbiota do ambiente a níveis aceitáveis. Isto ocorre porque estes organismos possuem esporos reprodutivos que permanecem no ambiente, constituindo um problema comum e de difícil resolução (GARNIER; VALENCE; MOUNIER, 2017).

São necessárias regulamentações específicas para controle e monitoramento da contaminação das embalagens e do ambiente, seja na fábrica ou no comércio de laticínios. É fundamental estabelecer parâmetros microbiológicos e padrões de contagens para auxiliar a indústria e os estabelecimentos varejistas na verificação dos programas de qualidade. Também são necessários mais trabalhos relacionadas às condições higiênicas das embalagens a serem utilizadas nos produtos lácteos fracionados no ponto de venda, visto que houve dificuldade em encontrar registros bibliográficos.

Conclusão

A contaminação de embalagens por manipulação ou armazenamento inadequados é uma realidade que deve ser evitada e monitorada pelos supermercados. A contaminação do ambiente por fungos pode interferir na contaminação das embalagens. A ausência de embasamento legal, de recomendação e até mesmo de outros estudos sobre as condições higiênico-sanitárias de embalagens dificulta a ação do comércio varejista, bem como a discussão dos resultados obtidos neste trabalho com dados da literatura.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos supermercados que participaram do trabalho, ao Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – Instituto de laticínios Cândido Tostes (EPAMIG – ILCT).

Referências

- ANDRADE, N. J.; SALUSTIANO, V. C.; CARELI, R. T.; BRABES, K. C. S.; PINTO, C. L. O.. Metodologias Convencionais para Análises Microbiológicas e Equipamentos, Utensílios e Manipuladores na Indústria de Alimentos. In: ANDRADE, N. J. (org.). **Higiene na indústria de alimentos: Avaliação e Controle da Adesão e Formação de Biofilmes Bacterianos**. São Paulo: Varela, 2008. p. 333-358.
- ANVISA. Resolução RDC no 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2001a. Seção 1.
- ANVISA. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 91 de 11 de maio de 2001. Aprova o Regulamento Técnico - Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 15 mai. 2001b. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Aprova Regulamentos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 mar. 1996. Seção 1.
- COELHO, A. I. M.; MILAGRES, R. C. R. M.; MARTINS, J. F. L.; AZEREDO, R. M. C.; SANTANA, A. M. C.. Contaminação microbiológica de ambientes e de superfícies em restaurantes comerciais. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**. v. 15, n. 1, p. 1597-1606, 2010.
- GARNIER, L; VALENCE, F; MOUNIER, J. Diversity and Control of Spoilage Fungi in Dairy Products: An Update. **Microorganisms**, v. 5, n. 3, p. 01-33, 2017.
- OLIVEIRA, J. J.; REZENDE, C. S. M.; OLIVEIRA, A. P.; MOREIRA, N. M., FREITAS, F. A.. Surtos alimentares de origem bacteriana: uma revisão. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**. v. 9, n. 17; p. 2416, 2013.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R., OKAZAKI, M. M.. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed., São Paulo: livraria Varela, 2010.
- SILVA, W. P.; DESTRO, M. T.; LANDGRAF, M.; FRANCO, B. D. G. M.. Biochemical characteristics of typical and atypical *Staphylococcus aureus* in mastitis milk and environmental sample Brazilian dairy farms. **Brazilian Journal of Microbiology**. v 31, n. 2, p. 103-106, 2000.
- SILVA JÚNIOR, E. A. **Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação**. 7. ed., São Paulo: Varela, 2014.
- SVEUM, W. H.; MOBERG, L. J.; RUDE, R. A.; FRANK, J. F.. Microbiological monitoring of the food processing environment. In: VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F.; SPECK, M. L. (org.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3. ed. Washington: APHA, 1992. p. 51-74.
- TEODORO, V. A. M.; CERQUEIRA, V. D.; PINTO, M. S.; PAULA, J. C. J.; SOBRAL, D.; COSTA, R. G. B.. Implementação de programas de autocontrole na indústria de laticínios. **Informe Agropecuário**. v. 38, n. 299, p. 20-17, 2017.

Capítulo 9

Ferramentas para verificação da implementação de programas de autocontrole em indústrias de laticínios

Hélio dos Santos Benedito Júnior¹; Vanessa Aglaê Martins Teodoro*²; Márcio Roberto Silva³; Nívea Maria Vicentini³; Renata Golin Bueno Costa⁴, Elisângela Michele Miguel⁴

Resumo

A lista de verificação (LV) e as análises microbiológicas são ferramentas empregadas na cadeia de lácteos. Objetivou-se avaliar a eficácia dessas ferramentas e a relação entre elas para verificar o nível de implementação de Programas de Autocontrole (PAC) e as condições higiênico-sanitárias de indústrias de laticínios. Quinze fábricas foram avaliadas por meio da LV e de contagens de aeróbios mesófilos das mãos (n = 60) e mesas (n = 60) e de fungos filamentosos e leveduras dos ambientes (n=60). Todos os estabelecimentos foram classificados pela LV como “ruim” ou “péssimo” quanto à implementação dos PAC. Estes resultados foram condizentes com as altas contagens microbiológicas em 82 % das mãos, 86,7 % das mesas e 98,33 % dos ambientes. A LV também avaliou o desempenho das indústrias em atender a elementos de controle que interferem diretamente nos pontos amostrados para as análises microbiológicas e também foi condizente com as altas médias obtidas em cada estabelecimento. O estudo demonstra que a LV e as análises microbiológicas apresentaram resultados coerentes e refletiram a realidade das indústrias, evidenciando o baixo nível de implementação dos PAC, que refletiu nas condições higiênico-sanitárias dos estabelecimentos, comprovado pelos altos índices de contaminação das mãos, mesas e ambientes industriais.

Palavras-chave: Ambiente. Lácteos. Manipulador. Qualidade. Superfície.

Introdução

A legislação nacional de qualidade de leite e derivados está em constante atualização e exige que as indústrias tenham completo controle do processo industrial e garantia da qualidade e

¹Mestre em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados, Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) - MG

²Professora do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) - MG; vanessa.teodoro@ufjf.edu.br;

³ Pesquisadores da EMBRAPA Gado de Leite. Juiz de Fora - MG

⁴Pesquisadoras/Professoras da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Instituto de Laticínios Cândido Tostes (EPAMIG - ILCT). Juiz de Fora - MG

inocuidade dos produtos oferecidos à população. Desta forma, todos os estabelecimentos registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) deverão, obrigatoriamente, implementar os Programas de Autocontrole (PAC) ou programas equivalentes (BRASIL, 2017a; BRASIL, 2017b).

Existem ferramentas que podem auxiliar no gerenciamento e na avaliação do grau de implementação dos PAC na indústria, por meio de metodologias quantitativas e qualitativas. Na avaliação quantitativa é possível realizar a enumeração de indicadores de contaminação e, na qualitativa, faz-se a análise observacional por meio da aplicação de uma lista de verificação (LV) ou check-list (SANTOS; HOFFMANN, 2010).

A LV é uma ferramenta utilizada para realizar um diagnóstico das condições da fábrica e de conformidade dos programas de qualidade. Com ela, é possível avaliar o grau de implementação dos PAC e verificar quais as frequências e os tipos de não conformidades a fim de averiguar as condições higiênico-sanitárias de estabelecimentos produtores de alimentos. Assim, possibilita traçar ações corretivas e estratégias de prevenção e controle, com o objetivo de eliminar ou reduzir riscos de contaminações físicas, químicas e biológicas que possam comprometer a saúde do consumidor (TEODORO *et al.*, 2017).

As análises microbiológicas de alimentos, de instalações, de colaboradores e de ambientes são ferramentas fundamentais para conhecer as condições em que o alimento foi preparado, prever sua vida de prateleira, bem como os riscos associados. A realização desses controles ao longo do processamento e no produto acabado é uma prática para garantir a segurança e a qualidade do produto final (FORSYTHE, 2013). Além disso, são importantes para validar procedimentos de higienização de mãos, de superfícies ou do ambiente (ANDRADE *et al.*, 2008).

No Brasil, não há regulamentação para o emprego de análises microbiológicas para o controle das etapas de produção. Apesar disso, essa prática é muito útil, pois pode demonstrar condições inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento, relacionadas à matéria-prima, instalações, equipamentos e manipuladores (TEODORO *et al.*, 2017).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi elaborar uma LV completa, que abordasse todas as normas de qualidade vigentes no Brasil, bem como verificar sua eficácia em avaliar os laticínios segundo seu grau de implementação de PAC. Também, analisar a relação entre os resultados obtidos na LV e nas contagens de microrganismos indicadores das condições higiênico-sanitárias das mãos, de mesas de manipulação e do ambiente industrial.

Material e métodos

Por meio de pesquisa documental, foi elaborada uma lista de verificação (LV) para avaliação do nível de atendimento da legislação para implementação dos PAC nas indústrias. A LV foi composta por 16 elementos de controle, subdivididos em 244 itens que abrangeram todas as normas de qualidade vigentes no Brasil.

Foram selecionadas 15 indústrias de laticínios inspecionadas pelo SIF, situadas no sul do estado de Minas Gerais. A LV foi aplicada durante o horário de produção, possibilitando a avaliação dos procedimentos adotados em cada estabelecimento. Na sequência, os estabelecimentos e elementos de controle foram classificados quanto ao nível de adequação, utilizando-se a metodologia descrita na RDC 275 de 2002 da ANVISA (ANVISA, 2002), calculando-se o percentual de adequação, dividindo o número de itens atendidos (adequados) pelo número de itens julgados (adequado + inadequado), multiplicado por 100.

Considerando os percentuais de atendimento encontrados, os estabelecimentos foram classificados em 5 categorias distintas, de acordo com os critérios utilizados por Stangarlin *et al.* (2013). Assim, foi considerado “Ótimo”, o estabelecimento que apresentou entre 91 a 100 % de adequação com relação aos itens descritos na LV, “Bom” quando foi observado entre 70 a 90%, “Regular” entre 50 a 69 %, “Ruim” de 20 a 49 % e “Péssimo” de 0 a 19%.

Concomitantemente à aplicação da LV foram realizadas coletas de amostras para análises microbiológicas. Em cada uma das 15 indústrias foram coletadas 4 amostras de cada ponto, totalizando 60 amostras das mãos dos manipuladores, 60 de mesas de manipulação e 60 do ambiente industrial.

Para avaliação das condições de higiene das mãos dos manipuladores e das mesas, foram realizadas contagem de aeróbios mesófilos utilizando-se métodos rápidos Compact Dry[®] X-AS, segundo a metodologia descrita pelo fabricante. As amostras foram coletadas por meio de *swab* (ANDRADE *et al.*, 2008) da palma da mão de 04 manipuladores diretamente envolvidos no processo e de 04 mesas de processamento situadas na área de produção.

Para avaliação dos ambientes industriais foram realizadas análises de fungos filamentosos e leveduras, empregando os métodos rápidos Compact Dry[®], segundo a metodologia descrita pelo fabricante. As amostras foram coletadas de 04 áreas do processamento: 01 área de manipulação de alimentos, 01 de envase, 01 de estocagem do produto acabado e 01 produção. Para coleta das amostras foi utilizada a técnica de sedimentação simples segundo técnica descrita por Sveum *et al.* (1992).

O estudo realizado foi observacional e transversal avaliando as contagens de aeróbios mesófilos em mãos e mesas, além de fungos filamentosos e leveduras em ambientes. Para avaliação dos dados, foi aplicada estatística descritiva relacionando as contagens microbiológicas à avaliação geral dos estabelecimentos, bem como às classificações relacionadas aos elementos de controle que continham prevalência de questões ligadas ao aspecto higiênico-sanitário das instalações, equipamentos, ambientes e manipuladores: PAC 8 - Limpeza e Sanitização, PAC 9 - Higiene, hábitos higiênicos e saúde dos colaboradores e PAC 10 - Procedimentos sanitários das operações.

Resultados e discussão

A LV elaborada e utilizada neste trabalho mostrou-se muito útil para o direcionamento das atividades de auditoria, bem como para demonstrar a real situação das indústrias por meio da classificação em relação ao atendimento à legislação para implementação dos PAC. Sua utilização permitiu facilitar e organizar o processo de coleta e registro de dados e sua posterior avaliação, além de permitir verificar o tipo de não conformidade, sua frequência e classificação.

Segundo a LV, nenhuma empresa demonstrou controle satisfatório do processo, uma vez que o percentual de adequação com relação à implementação de todo PAC foi muito baixo. O estabelecimento com melhor resultado na LV atendeu a apenas 46 % dos itens e, o de pior desempenho apresentou somente 1% de conformidade. Dentre as indústrias, 05 (33,33 %) foram classificadas como “ruim” (20 a 49 % de adequação) e 10 (66,67 %) como “péssimo” (00 a 19 % de adequação) no índice geral de adequação à legislação de PAC (classificação geral).

Os resultados obtidos com a LV demonstram que as empresas ainda possuem muita dificuldade em cumprir as exigências legais, com falhas importantes na implementação dos PAC. Esta situação é preocupante, pois pode influenciar diretamente na qualidade microbiológica dos seus produtos finais, conforme demonstrado por Garnier, Valence e Mounier (2017).

Neste estudo, o histórico de análises fiscais de produtos acabados revelou que 80 % das indústrias já tinha sofrido penalizações pelo SIF por não atenderem aos padrões microbiológicos. Metade delas havia apresentado contaminação de queijos frescos por *Listeria* sp, chegando a trabalhar sob regime especial de inspeção. O arquivo de laudos de análises internas de qualidade demonstrou que 60 % das empresas apresentou queijos frescos fora do padrão para coliformes 30 °C e 45 °C e *Staphylococcus* coagulase positiva. Nenhuma delas empregou ações corretivas ou preventivas para melhorar o controle industrial, demonstrando ausência de preocupação com a qualidade dos produtos e com a segurança dos consumidores.

No presente trabalho, as análises microbiológicas também se mostraram eficazes para a verificação das condições higiênico-sanitárias dos estabelecimentos e da implementação do PAC e foram coerentes com os resultados obtidos na LV. Para avaliação dos resultados foram utilizadas recomendações internacionais, uma vez que a legislação nacional não possui padrão para contagens de microrganismos em mãos de manipuladores, superfícies de contato com os alimentos e ambientes de processamento.

O valor de referência utilizado para contagem de aeróbios mesófilos das mãos dos manipuladores foi de até 100 UFC.mão⁻¹, segundo recomendação da Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS, 2006). Para as mesas de manipulação, consideraram-se adequadas aquelas com contagens de até 50 UFC.cm⁻², conforme indicado pela OPAS e pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (ANDRADE *et al.*, 2008). Para a qualidade do ar industrial foi considerado como limite o valor de 30 UFC.cm⁻².semana⁻¹ (SVEUM *et al.*, 1992).

As análises microbiológicas demonstraram que 49 (82 %) amostras de mãos e 52 (86,7 %) amostras de mesas apresentaram contagens acima do recomendado. Das amostras ambientais, 59 (98,33 %) estavam fora do padrão utilizado como referência. Desta forma, houve um alto índice de inadequações nas contagens microbianas, condizentes com os baixos níveis de implementação dos autocontroles pelos estabelecimentos.

A Tabela 1 apresenta a classificação de cada indústria com relação às adequações verificadas na LV (classificação geral) e aos elementos de controle “limpeza e sanitização” (PAC 8), “Higiene, hábitos higiênicos e saúde dos operários” (PAC 9) e “Procedimentos sanitários das operações” (PAC 10), além do julgamento (“adequado” ou “inadequado”) das contagens médias de aeróbios mesófilos das mãos e das mesas de manipulação, bem como das médias das contagens de fungos filamentosos e leveduras dos ambientes industriais.

As médias das contagens de aeróbios mesófilos das mãos e das mesas, bem como as de fungos filamentosos e leveduras do ambiente de cada indústria corroboraram com os resultados verificados na LV para o grau de implementação dos PAC, bem como para os PAC 8, 9 e 10. Assim, as contagens indicaram que as falhas nos programas de qualidade impactaram negativamente na qualidade higiênico-sanitária do processamento.

Tabela 1 – Classificação de cada indústria de laticínios com relação às adequações à LV (classificação geral) e aos elementos de controle “limpeza e sanitização” (PAC 8), “Higiene, hábitos-higiênicos e saúde dos operários” (PAC 9) e “Procedimentos sanitários das operações” (PAC 10), além do julgamento (“adequado” ou “inadequado”) das contagens médias de aeróbios mesófilos das mãos dos colaboradores e das mesas de manipulação e das médias das contagens de fungos filamentosos e leveduras dos ambientes industriais

CRITÉRIO AVALIADO	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	E 10	E 11	E 12	E 13	E 14	E 15
Classificação geral da indústria na LV	RU	PE	PE	PE	PE	PE	RU	RU	PE	PE	PE	PE	PE	RU	RU
Classificação das indústrias no PAC 8 obtida na LV	BO	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE
Classificação das indústrias no PAC 9 obtida na LV	OT	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	RU	PE
Classificação das indústrias no PAC 10 obtida na LV	BO	RU	PE	PE	PE	RU	RU	RE	PE	PE	PE	PE	RU	RU	RU
Contagens de aeróbios mesófilos nas mãos (até 100 UFC.mão ⁻¹)	AD	IN	IN	IN	IN	AD	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN
Contagens de aeróbios mesófilos nas superfícies (até 50 UFC.cm ⁻²)	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN
Contagens de fungos filamentosos no ambiente (até 30 UFC.cm ⁻² .semana ⁻¹)	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: E1: Estabelecimento 1; E2: Estabelecimento 2 (...); PAC 8: Elemento de controle de número 8 “Limpeza e sanitização”; PAC 9: Elemento de controle de número 9 “Higiene, hábitos-higiênicos e saúde dos operários”; PAC 10: Elemento de controle de número 10 “Procedimentos sanitários das operações”; OT: “Ótimo” (91 a 100 % de adequação obtido na LV); BO: “Bom” (70 a 90 % de adequação obtido na LV); RE: “Regular” (50 a 69 % de adequação obtido na LV); RU: “Ruim” (20 a 49 % de adequação obtido na LV); PE: “Péssimo” (0 a 19 % de adequação obtido na LV); AD: Adequado; IN: Inadequado

Apenas 2 indústrias obtiveram médias de contagens abaixo do recomendado para as mãos dos colaboradores, classificadas como “adequado”. Dentre elas, o estabelecimento 1 apresentou melhores resultados na LV, nos PAC 8, 9 e 10 e nas análises microbiológicas, demonstrando coerência entre as ferramentas. Para o estabelecimento 6, é possível inferir que, apesar de ter sido classificado como “péssimo” no PAC 9, o procedimento de higienização das mãos dos manipuladores está adequado. Este fato demonstra que a análise microbiológica é importante, mas que deve ter seus resultados avaliados em conjunto com os dados obtidos na LV para que seja possível compreender a realidade da indústria.

As contagens médias de aeróbios mesófilos das mãos variaram de $4,6 \times 10^1$ UFC.mão⁻¹ (estabelecimento 1) a $1,4 \times 10^3$ UFC.mão⁻¹ (estabelecimento 15). Para as mesas de manipulação, as médias variaram de $8,1 \times 10^1$ UFC.cm⁻² (estabelecimento 1) a $1,5 \times 10^3$ UFC.cm⁻² (estabelecimento 14). Para o ambiente de processamento, as contagens médias de fungos filamentosos e leveduras variaram de $4,4 \times 10^1$ UFC.cm⁻².semana⁻¹ (estabelecimento 1) a $1,2 \times 10^3$ UFC.cm⁻².semana⁻¹ (estabelecimento 12).

O PAC 8 – “Limpeza e sanitização” relaciona-se às condições de higiene de superfícies e ambientes, principalmente. O PAC 9 - “Higiene, hábitos-higiênicos e saúde dos operários” interfere diretamente na contaminação das mãos dos manipuladores, mas também de mesas e ambientes, visto que engloba treinamentos e hábitos higiênicos. O PAC 10 - “Controle sanitário das operações” constitui o principal autocontrole relacionado às condições higiênico-sanitárias do estabelecimento (BRASIL, 2017a; BRASIL, 2017b), por esta razão, impactam diretamente na contaminação das mãos, equipamentos e ambientes.

Os resultados obtidos na LV e nas análises microbiológicas são preocupantes, pois relacionam-se à falta de hábitos higiênico-sanitários dos colaboradores, a falhas de higienização e de controle sanitário como, por exemplo, ausência de controles de temperaturas e de controle e prevenção da contaminação, além da presença de contra-fluxos e de leite cru dentro da fábrica. Essas falhas podem impactar diretamente na qualidade e segurança, pois podem contribuir para contaminação dos produtos em processo, seja pela manipulação inadequada ou pela contaminação cruzada (SILVA JÚNIOR, 2014; GARNIER; VALENCE; MOUNIER, 2017).

A implementação dos PAC é fundamental pois interfere no controle do processo, na higienização, nos hábitos higiênicos de manipuladores, dentre outros, que resultam na redução da contaminação ambiental, de superfícies e de mãos e, por conseguinte, na melhora a qualidade dos produtos finais. Neste contexto, a LV e as análises microbiológicas podem contribuir para um melhor

controle da implantação e implementação dos programas de qualidade na indústria de laticínios, apresentado resultados coerentes e condizentes com a realidade da fábrica.

Conclusão

As ferramentas LV e análises microbiológicas de indicadores avaliadas neste trabalho demonstraram-se eficazes para averiguação da implementação de PAC e das condições higiênico-sanitárias nas indústrias. Os resultados ruins obtidos pelos estabelecimentos na LV foram coerentes com as contagens inadequadas de microrganismos indicadores em amostras de mãos, mesas e ambientes de processamento. É preciso ressaltar que é importante que os resultados das ferramentas sejam avaliados em conjunto a fim de entender melhor a realidade da fábrica e todos os aspectos envolvidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem às indústrias que participaram do trabalho.

Referências

- ANDRADE, N. J. *et al.* Metodologias Convencionais para Análises Microbiológicas e Equipamentos, Utensílios e Manipuladores na Indústria de Alimentos. In: ANDRADE, N. J. (org.). **Higiene na indústria de alimentos: Avaliação e Controle da Adesão e Formação de Biofilmes Bacterianos**. São Paulo: Varela, 2008. p. 333-358.
- ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 6 nov. 2002. Seção 1, p.126.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Norma Interna DIPOA/ SDA no 1, de 8 de março de 2017. Aprova os modelos de formulários, estabelece as frequências e as amostragens mínimas a serem utilizadas na inspeção e fiscalização, para verificação oficial dos autocontroles implantados pelos estabelecimentos de produtos de origem animal registrados (SIF) ou relacionados (ER) junto ao DIPOA/SDA, bem como o manual de procedimentos. **Boletim de Pessoal e de Serviços do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Brasília, n.007, 10 mar. 2017a.
- BRASIL. Decreto no 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei no 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei no 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 mar. 2017b. Seção 1, p.3.
- FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2013.

GARNIER, L; VALENCE, F; MOUNIER, J. Diversity and Control of Spoilage Fungi in Dairy Products: An Update. **Microorganisms**, v. 5, n. 3, p. 01-33, 2017.

OPAS - Organização Panamericana da Saúde. **Codex alimentarius: higiene dos alimentos: textos básicos**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2006.

SANTOS, V. A. Q.; HOFFMANN, F. L. Avaliação das boas práticas de fabricação em linha de processamento de queijos Minas frescal e ricota. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 2, p. 222-228, 2010.

SILVA JÚNIOR, E. A. **Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação**. 7. ed., São Paulo: Varela, 2014.

STANGARLIN, L. *et al.* **Instrumentos de Apoio para Implantação das Boas Práticas em Serviços de Nutrição e Dietética Hospitalar**. Rio de Janeiro: Rubio, 2013.

SVEUM, W. H. *et al.* Microbiological monitoring of the food processing environment. In: VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F.; SPECK, M. L. (org.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3. ed. Washington: APHA, 1992. p. 51-74.

TEODORO, V. A. M. *et al.* Implementação de programas de autocontrole na indústria de laticínios. **Informe Agropecuário**. v. 38, n. 299, p. 20-17, 2017.

Capítulo 10

Levantamento higiênico-sanitário das feiras livres de Ubajara, São Benedito, Ibiapina e Tianguá

Ana Beatriz Silva Rodrigues*¹; Luciana Martins da Silva¹; Érica Milô de Freitas Felipe Rocha²

Resumo

As feiras livres se destacam pela comercialização de alimentos *in natura*, grande variedade de produtos e diversidade de preços. Na Serra de Ibiapaba- CE, local de realização deste estudo, a produção e comercialização de hortifrútis é de grande importância econômica para o desenvolvimento local sendo, as feiras livres, o ponto de comercialização de parte desta produção. Entre os problemas associados às feiras estão às precárias condições destes ambientes, a falta de atenção ao manipular, armazenar e comercializar os alimentos tanto por parte do feirante quanto do consumidor. O presente trabalho visou conhecer as condições higiênico-sanitárias das barracas de comercialização nos municípios de Ubajara, Tianguá, São Benedito e Ibiapina, pertencentes a Serra de Ibiapaba, através da aplicação de Check-list e registros fotográficos. Os comerciantes não contavam com sistema de água tratada nem rede de esgoto, o que dificulta a higienização de utensílios e das mãos. Também não faziam a utilização de uniformes, utilizavam adornos, em poucos casos fazendo uso de luvas e proteção para os cabelos. Conclui-se que, todas as feiras analisadas, apresentaram-se no grupo 3 de classificação do Check-list preconizado pela legislação vigente, atendendo apenas 50% dos itens.

Palavras-chave: Alimentos. Comercialização. Hortifrútis. Perdas.

Introdução

As feiras-livres oferecem uma grande variedade de produtos alimentícios e diversidade de preços, tornando-se um local de socialização entre as pessoas. Sendo frequentada pela grande parcela da população, tem como principal público alvo as donas-de-casa, empregadas domésticas e idosos, um ambiente que oferece aos consumidores a possibilidade de comparar preços e produtos entre

¹Discentes do Curso Superior de Tecnologia em Agroindústria, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Ubajara *annabeatriz9814@hotmail.com

¹Discentes do Curso Superior de Tecnologia em Agroindústria, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Ubajara

²Docente do Curso Superior de Tecnologia em Agroindústria, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Ubajara

diferentes comerciantes, onde se é necessário ter um cuidado especial em relação ao ambiente e seus manipuladores (XAVIER, 2009).

Os produtos como frutas e hortaliças são alimentos bastante comercializados em feiras livres requerendo alguns cuidados especiais para sua comercialização. Alguns frutos, bem como as hortaliças podem ser comercializados a temperatura ambiente, no entanto, outros com elevada perecibilidade necessitam de refrigeração para ser comercializado, condições estas não verificadas na maioria desses estabelecimentos de vendas. Muitos dos produtos hortifrúteis são comercializados em bancadas de madeira ou expostos em lonas sobre o chão, gerando risco de contaminação e condições inadequadas para consumo (FARIAS *et al.*, 2010).

A comercialização de alimentos nas cidades brasileiras interioranas se dá, na maioria das vezes, por meio das feiras livres que são pouco organizadas, existindo falta de informações, além de dependerem do fluxo de fornecimento das grandes centrais de abastecimento (NOGUEIRA, 2017).

A comercialização dos alimentos em feiras livres na região da Serra da Ibiapaba indica a dimensão e a importância sócio econômica dessa prática mercantil. Por entanto, é notório que tal prática possui diversos pontos que necessitam de melhoramento para proporcionar uma maior qualidade aos alimentos distribuídos na comercialização e uma diminuição das perdas dos não comercializados. Sendo o principal objetivo desta pesquisa a aplicação do Check-list baseado nas recomendações da legislação vigente para boas práticas de fabricação de produtos de origem vegetal e o registro fotográfico, verificando as condições higiênico-sanitárias das barracas, manipuladores e ambientes de venda.

Material e métodos

O trabalho, um estudo descritivo, aprovado pelo comitê de ética sob o número 01831418.1.0000.5589, foi desenvolvido no período de janeiro a abril de 2019, nos municípios de Ubajara, Tianguá, São Benedito e Ibiapina, pertencentes da Serra da Ibiapaba no estado do Ceará, Região Nordeste do país.

Foram realizadas visitações *in loco* com aplicação de um Check-list observatório (Quadro 1) e registro fotográfico em 10 barracas de cada cidade analisada, contendo 26 perguntas sobre as condições sanitárias das feiras, onde se avaliou aspectos gerais de instalações, hábitos higiênicos e vestuário dos manipuladores, água, higiene dos alimentos e utensílios, baseado nas resoluções RDC nº 275/2002 (BRASIL, 2002), RDC nº 216/2004 (BRASIL, 2004) e Santos *et al* (2013).

Quadro 1 - Check-list aplicado as barracas das feiras livres analisadas

AVALIAÇÃO	SIM	NÃO	NA	OBS
1- Os arredores da feira estão livres de focos de insalubridade, de objetos em desuso ou estranhos ao ambiente, de vetores e outros animais no pátio e vizinhança; de focos de poeira; de acúmulo de lixo nas imediações, de água estagnada, dentre outros.				
2- O local da feira está adequado, evitando risco de contaminação, principalmente cruzada?				
3- Os recipientes para lixo são de materiais adequado, de fácil limpeza, identificados e revestidos com sacos plásticos e sem acionamento manual?				
4- O lixo é recolhido com frequência?				
5- As bancadas de exposição dos hortifrútis são de material que permite fácil e apropriada higienização (liso, resistente, drenados com declive, impermeável e outros).				
6- Estas bancadas estão em adequado estado de conservação (livre de defeitos, rachaduras, trincas, buracos e outros).				
7- Os utensílios utilizados apresentam superfícies lisas, resistentes, não absorventes, sem riscos de contaminação química ou física, de material apropriado (favorecendo a higienização)?				
8- As instalações sanitárias do local onde ocorre as feiras apresentam-se adequadas com vasos sanitários; mictórios e lavatórios íntegros.				
9- As instalações sanitárias são dotadas de pias em perfeito estado de conservação, produtos destinados à higiene pessoal: papel higiênico, sabonete líquido inodoro antisséptico ou sabonete líquido inodoro e antisséptico, toalhas de papel não reciclado para as mãos ou outro sistema higiênico e seguro para secagem.				
10- As presenças de lixeiras nas instalações sanitárias são com tampas e com acionamento não manual e a coleta do lixo é frequente.				
11- Nas instalações sanitárias existe a presença de avisos com os procedimentos correto para lavagem das mãos.				
12- Existe um responsável pela operação de higienização no local das feiras livres comprovadamente capacitado.				

13- A frequência de higienização das instalações adequada.				
14- A ausência de vetores e pragas urbanas ou qualquer evidência de sua presença como fezes, ninhos e outros.				
15- A água utilizada na manipulação dos alimentos é potável e atende aos padrões da legislação vigente				
16- O Leiaute da feira é adequado ao processo produtivo: número, capacidade e distribuição das dependências de acordo com o ramo de atividade, volume de produção e expedição.				
17- O trânsito de manipuladores e consumidores não resultam em contaminação dos alimentos?				
18- Os manipuladores apresentam asseio pessoal adequado com boa apresentação, cabelos e bigodes protegidos e cobertos, mãos limpas, unhas curtas, limpas e sem esmalte, sem adornos (anéis, pulseiras, brincos, etc.)				
19- Os manipuladores fazem a lavagem cuidadosa das mãos antes da manipulação de alimentos, principalmente após qualquer interrupção e depois do uso de sanitários.				
20- Os manipuladores não espirram sobre os alimentos, não cospem, não tosse, não fumam, não manipulam dinheiro ou não praticam outros atos que possam contaminar o alimento.				
21- Os manipuladores usam aventais adequados, de cor clara, limpos, conservados e específicos para a atividade em execução				
22- Os manipuladores são ausentes de afecções cutâneas, feridas e supurações, ausência de sintomas e infecções respiratórias, gastrointestinais e oculares				
23- Os hortifrúteis são armazenados de forma a evitar riscos de contaminação e protegidos, em locais adequados e organizados sobre estrados distantes do chão ou palletes bem conservados e limpos				
24- Os feirantes fazem uso de equipamentos de proteção individual				
25- As embalagens são mantidas protegidas até o uso?				
26- Existe algum controle de qualidade dos hortifrúteis comercializados?				

Fonte: RDC nº 275/2002 (BRASIL, 2002), RDC nº 216/2004 (BRASIL, 2004) e Santos et al (2013) adaptado pelos autores (2019).

Legenda: SIM = Itens conformes; NÃO = Itens não conformes; NA = Não se aplica; OBS = Observações.

Classificação das barracas: Grupo 1 = atendimento das conformidades acima de 76% dos itens; Grupo 2 = atendimento de 51 a 75% das conformidades e Grupo 3 = atendimento de até 50% dos itens analisados.

Para o cálculo dos percentuais foi utilizada a regra de três, ou seja, 26 itens analisados igual a 100% e número de respostas conformes encontradas igual a X.

Resultados e discussão

A feira de Ubajara é realizada em dois espaços, um ao céu aberto com bancadas de ferro e madeira cobertas com papelão ou lonas evitando o contato do fruto com o ferro ou a madeira, onde foram analisadas seis barracas que comercializavam hortifrúteis e o outro espaço é coberto com bancadas feitas de cimento, onde foram analisadas as quatro barracas que comercializavam frutas e hortaliças, conforme Figura 1.

Figura 1 - Barracas da feira livre de Ubajara



Fonte: Dos autores (2019)

As seis barracas do espaço aberto atenderam apenas a dois itens do Check-list aplicado, sendo os itens 4 (lixo recolhido com frequência) e 25 (as embalagens são mantidas protegidas até o uso) atingindo um percentual de 7,7% de conformidade. Já as barracas em espaço coberto, os itens atendidos foram o 4, 17 (o trânsito de manipuladores e consumidores não resulta em contaminação dos produtos), 23 (Os hortifrúteis são armazenados de forma a evitar riscos de contaminação) e 25 alcançando um percentual de 15,40% de conformidade dos itens do Check-list estando, todas as barracas analisadas em Ubajara, enquadradas no grupo 3 que preconiza o atendimento de 0 a 50% de itens em conformidade.

No município de São Benedito, apesar da feira livre ser em espaço coberto, todas as barracas atenderam apenas aos itens 4 e 25, totalizando cerca de 7,7% dos itens analisados, onde, da mesma forma que Ubajara, se enquadra no grupo 3. É válido salientar que, todas as barracas são de madeira,

onde são cobertos com um papelão, iguais as barracas observadas na feira de Ubajara (espaço aberto), conforme a Figura 2.

Figura 2 - Barracas da feira livre de São Benedito



Fonte: Dos autores (2019)

Na cidade de Ibiapina, as barracas analisadas apresentavam-se com estrutura de ferro onde os feirantes colocam papelão em cima da banca, como acontece nas barracas das cidades anteriores, conforme a figura 3. Todas as barracas atenderam os itens 4, 23 e 25, atendendo a 11,80% dos itens analisados e se enquadra no grupo 3.

Figura 3 - Barracas da feira livre de Ibiapina



Fonte: Dos autores (2019)

E em Tianguá, a feira que melhor atendeu aos itens preconizados no Check-list utilizado, as barracas atenderam aos itens 1 (arredores da feira), 2 (local adequado da feira, evitando risco de contaminação cruzada), 4, 7 (condições de uso dos utensílios utilizados), 8 (instalações sanitárias com sanitários, mictórios e lavatórios), 9 (instalações sanitárias com pias e produtos de higiene pessoal), 10 (presença de lixeiras com tampas nas instalações sanitárias), 14 (ausência de vetores, pragas e suas evidências), 16 (leiaute adequado ao processo produtivo), 17, 23, 25 e 26 (existência de um controle de qualidade), totalizando ainda, apenas um percentual 50% dos itens em conformidade, também sendo classificada no grupo 3. Esta feira é realizada em um galpão, mais conhecido como mercado novo e, cada feirante tem um espaço para as suas vendas onde montam suas barracas de madeira cobertas com papelão, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Barracas da feira livre de Tianguá



Fonte: Dos autores (2019)

Verificou-se que há falta de informação aos próprios feirantes, as informações que os mesmos têm é mais pela experiência vivida no seu dia-a-dia do que por conhecimento técnico, bastava simples capacitações os mesmos já estariam cientes do que está certo e errado. Este fato também foi observado por Rodrigues (2004) que menciona, em seu estudo sobre o perfil higiênico-sanitário nas feiras livres do Distrito Federal, que para tornar as condições satisfatórias da comercialização nas feiras, é indispensável que se faça uma capacitação sobre segurança alimentar para que realizem seu trabalho

com segurança e ofereçam um produto de qualidade sendo, também, as feiras analisadas por ele enquadradas no grupo 3, atendendo apenas a 50% dos itens conformes.

Conclusão

Verificou-se que os locais para comercialização e vendas dos produtos atenderam apenas até 50% dos itens da lista de verificação e esses dados revelam as situações difíceis, condições precárias de funcionamento em que se encontram as feiras livres da Serra da Ibiapaba.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE pela bolsa de iniciação científica a primeira autora.

Referências

- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução – RDC Nº 216 de 15 de setembro de 2004. Aprova o regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. **Diário Oficial [da] República Federativa da União**; Poder Executivo, Brasília, DF, 16 set. 2004.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução – RDC Nº 275 de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa da União**; Poder Executivo, Brasília, DF, 06 nov. 2002.
- FARIAS, K. C.; MARTINS, F. F. F.; MOREIRA, I. C. M.; JALES, K. A.; ALENCAR, T. C. de S. B. D.; SILVA, M. M. G. Avaliação das condições Higiênico-sanitária de alimentos comercializados no Mercado municipal e na feira livre do município de Hidrolândia- CE. *In: V CONNEPI*, 2010, Maceió, **Anais [...]**, Maceió, Nov., 2010.
- NOGUEIRA, A. M. M. G.; Avaliação das principais causas de perdas pós-colheita de hortaliças comercializadas em Santarém, Pará. **Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento Sustentável**. V. 12, n. 1. 2017.
- RODRIGUES, S. M. D; Perfil higiênico-sanitário de feiras livres do Distrito Federal e avaliação da satisfação dos seus usuários, Brasília: Universidade de Brasília, 2004.
- SANTOS, D. B.; MACHADO, M. S.; SAMPAIO, A. H. R.; VIEIRA, L. M. Avaliação das Condições higiênico-sanitárias da feira livre da colônia dos pescadores no município de Uruçuí-PI. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v.9, n. 16, p. 2433, 2013.
- XAVIER, P, Z, A; **Condições higiênico-sanitárias das feiras-livres do município de Governador Valadares**. Governador Valadares, MG: UNIVALE, FACS, 2009.

Capítulo 11

Efeito do branqueamento sobre a cor e a qualidade microbiológica de polpa de pequi em conserva

Ada Lorrana Medeiros Antunes *¹; Roberta Torres Careli²; Bruna Mara Aparecida de Carvalho²;
Milton Nobel Cano Chauca²; José Fábio Soares³; Geisa Priscilla Araújo Gomes Maia⁴

Resumo

Objetivou-se estudar a influência do processo de branqueamento na coloração e na qualidade microbiológica da polpa de pequi em conserva, durante 180 dias de armazenamento. Foram elaborados dois processos em batelada de formulação do produto em conserva, primeiro com branqueamento e o segundo sem branqueamento (CB e SB, respectivamente). O branqueamento foi realizado por imersão da polpa de pequi em água a 90 °C durante 3 minutos. Foram preparados 3,5 L de salmoura formulada com 3 % (m/v) de sal, 1 % (m/v) de ácido cítrico, e 2 % (m/v) de açúcar. O produto final foi armazenado à temperatura ambiente e submetido a análises microbiológicas de Coliformes a 45 °C e *Salmonella* spp. e de cor, no tempo zero e após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. As análises foram realizadas em duplicata em duas repetições, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância 5% ($p < 0,05$). Verificou-se que o branqueamento, pode influenciar na cor da polpa de pequi em conserva durante o período de armazenamento e que não houve contaminação microbiológica na polpa de pequi em conserva CB e SB.

Palavras-chave: tratamento térmico, cor, *Caryocar brasiliense* Camb., análise microbiológica.

Introdução

O pequi é uma planta perene, nativa, explorada de forma extrativista, típica da região do cerrado, pertencente ao gênero *Caryocar* e à família *Caryocaraceae* (OLIVEIRA *et al.*, 2009). O extrativismo do seu fruto é de grande relevância para a alimentação e a renda das populações do norte do estado de Minas Gerais (MELO JÚNIOR *et al.*, 2004). A sua polpa possui grande aceitação na

¹Engenheira de alimentos, Acadêmica do Curso de Pós-Graduação em Docência na Educação Profissional Tecnológica do IFNMG, Campus Montes Claros.

²Professores do Departamento do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros.

³Engenheiro de Alimentos- Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, Campus Montes Claros.

⁴Aluna do curso de Engenharia de Alimentos do IF Goiano, Campus Rio Verde.

culinária regional, sendo consumido com arroz, frango, feijão, batida com leite e açúcar, sorvetes, picolés, além de serem encontrados nos comércios urbanos pequi em conserva, em pasta e na forma de licor (SOUZA, *et al.*, 2007). A produção de um de seus principais derivados, a conserva de polpa, geralmente não exige muita sofisticação de equipamentos e instalações (ALMEIDA; SILVA; RIBEIRO, 1987) e muitas vezes seu processamento tem um caráter puramente artesanal. A carência de assistência técnica qualificada para a industrialização das conservas pode originar produtos sem garantia de segurança microbiológica, com consequências danosas aos consumidores (FERREIRA; JUNQUEIRA, 2009).

A segurança microbiológica de alimentos processados termicamente depende da garantia de que agentes patogênicos, de origem alimentar, que possam estar presentes nos alimentos, sejam eliminados durante o tratamento térmico. A utilização do calor na conservação de alimentos tem como fundamento os efeitos destrutivos das altas temperaturas sobre os microrganismos. Existem diversos tratamentos térmicos que podem ou devem ser usadas de acordo com as características do alimento, da natureza dos microrganismos presentes, condições ambientais durante o tratamento e prazo de validade pretendido para o produto (JUNEJA; MARKS, 2003).

O tratamento térmico branqueamento é essencial antes do processo de qualquer vegetal por inativar enzimas e destruir microrganismos, além de ajudar na qualidade, principalmente durante a secagem, congelamento, fritura ou armazenamento. Esse tratamento térmico deve ser rápido, de preferência em meio úmido (vapor ou água quente) o qual proporciona aquecimento uniforme e altas taxas de transferência de calor (CRUZ; VIEIRA; SILVA, 2006).

O presente trabalho teve como objetivo estudar a influência do processo de branqueamento na coloração e na qualidade microbiológica da polpa de pequi em conserva, analisando amostras no dia de sua fabricação e após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias.

Material e métodos

Foram obtidos frutos maduros do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) nativo do município de São João da Lagoa-MG, na safra de janeiro a fevereiro de 2016. Inicialmente o pequi foi sanitizado com solução de hipoclorito de sódio na concentração de 50 ppm, durante 15 minutos. Com auxílio de facas de aço inoxidável, realizou-se o descascamento e despulpamento manual dos frutos. Posteriormente, essa matéria-prima foi transportada asépticamente em sacos de polietileno e recipiente isotérmico para o Laboratório de Tecnologia de Produtos Vegetais, do Instituto de Ciências Agrárias (UFMG).

No laboratório, foi produzida a polpa de pequi em conserva seguindo normas de Boas Práticas de Fabricação (BRASIL, 2002). Foram elaborados dois processos em batelada de formulação do produto em conserva, primeiro com branqueamento e o segundo sem branqueamento (CB e SB, respectivamente). O branqueamento foi realizado por imersão da polpa de pequi em água a 90 °C durante 3 minutos. Foram preparados 3,5 L de salmoura formulada com 3 % (m/v) de sal, 1 % (m/v) de ácido cítrico e 2 % (m/v) de açúcar.

Para o acondicionamento das polpas de pequi, foram utilizados potes de vidros com capacidade de 225 mL, previamente esterilizados em autoclave a 121 °C durante 15 minutos. Pesou-se, em uma balança semi-analítica, aproximadamente 100 g da polpa de pequi e adicionou 125 mL de salmoura a 80 °C. Em cada pote, deixou-se um espaço de 5 mm sem preenchimento de produto para permitir a formação de vácuo. Com o auxílio de garfos de aço inoxidável, realizou-se a exaustão com a finalidade de retirar o ar existente nos potes, impedindo a corrosão da tampa após o fechamento dos mesmos, além de evitar a quebra dos vidros durante a pasteurização e remover o oxigênio para não ocorrer crescimento de microrganismos aeróbios no produto final. Em seguida, os potes foram fechados hermeticamente com tampas metálicas. Após o fechamento, os potes foram submetidos à pasteurização em um tanque inox contendo água a 95 °C por 15 minutos. Posteriormente, os potes foram resfriados em água corrente até 40 °C e identificados de acordo com cada tratamento. As polpas de pequi em conserva (Figura 1) foram mantidas a temperatura ambiente, em local limpo, seco e com boa ventilação.

Figura 1- Polpa de pequi em conserva, com e sem branqueamento.



Fonte: Dos autores, 2019.

Análise microbiológica

Segundo a Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), são estabelecidos para este tipo de alimento análises microbiológicas de Coliformes a 45 °C e *Salmonella* spp. Os procedimentos das análises seguiram a metodologia de Silva *et al.* (2007). Para a contagem de Coliformes a 45 °C utilizou-se o método de Número Mais Provável (NMP). Pesou-se assepticamente 25 g da polpa de pequi em conserva e adicionaram-se 225 mL de água peptonada 0,1 %, e homogeneizou por 60 segundos em *Stomacher*. Em seguida, foram realizadas diluições decimais seria das sucessivas de 10^{-1} a 10^{-4} . Alíquotas de 1 mL de cada diluição realizada foram transferidas para séries de três tubos contendo 10 mL de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) e tubos de Durham invertidos. Foram considerados como suspeitos (presuntivos) da presença de coliformes os tubos que apresentaram produção de CO₂ após 48 h de incubação a 35 °C. Para o teste de confirmação de Coliformes a 45 °C, uma alçada de cada tubo com crescimento e produção de gás foi transferida para tubos com Caldo *Escherichia coli* (EC) incubados a 45 °C por 48 h. O número de tubos positivos para as séries de três diluições foram comparados com uma tabela específica para a determinação da contagem de Coliformes a 45 °C e os resultados foram expressos em NMP/g.

Para a análise de *Salmonella* spp. pesou-se 25 g de polpa de pequi em conserva, e adicionou-se 225 mL de Caldo Lactosado, incubando-os a 35 °C por 24 horas. Em seguida, realizou-se o enriquecimento seletivo, no qual transferiu-se 0,1 mL da mistura pré-enriquecida para 10 mL de Caldo Rappaport-Vassilidis Soja (RVS), seguido de incubação em estufa a 42 °C por 24 h, concomitantemente 1 mL da mistura foi transferido para 10 mL de Caldo Seletina Cistina (SC) e incubado a 35 °C por 24 h. Posteriormente, realizou-se o plaqueamento diferencial. Para cada cultura em RVS e SC, foi estriada uma alçada em placas contendo Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD), Bismuto Sulfito (BS) e *Salmonella Shigella* (SS). As placas foram incubadas invertidas, a 35 °C por 24 h. Após o período de incubação, verificou-se houve crescimento de colônias típicas de *Salmonella* nos meios de plaqueamento diferencial.

Análise de cor

Para a análise de cor, utilizou-se o colorímetro "Konica Minolta®, modelo CR-400/410, com o iluminante padrão D65 e observador a 10° (Sistema CIELAB). Foram realizadas duas medições na polpa de pequi em conserva para determinar os valores L^* , a^* e b^* , que significam respectivamente:

luminosidade, que varia de zero a 100 (preto/branco); Intensidade de vermelho/verde (+/-); intensidade de amarelo/azul (+/-).

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizou-se o programa SAS (*Statistical Analysis System*) versão 9.0 e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância 5% ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

Os resultados obtidos das análises microbiológicas de Coliformes a 45°C dos tratamentos ao longo do tempo foram inferiores a $3,0 \times 10^0$ NMP/g. Logo, as polpas de pequi em conserva encontram-se de acordo com os parâmetros exigidos pela Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da ANVISA (BRASIL, 2001) que possui uma tolerância máxima de $1,0 \times 10^0$ NMP/g de Coliformes a 45 °C neste alimento. A presença de Coliformes é considerada como indicador de condições de higiene insatisfatórias na produção e/ou manipulação dos alimentos. A maioria dos processos de preparação e conservação de alimentos conta com a aplicação ou a remoção de calor, sendo que o uso de temperaturas altas é importante para a destruição de patógenos e microrganismos deteriorantes, melhorando tempo de vida de prateleira de alimento.

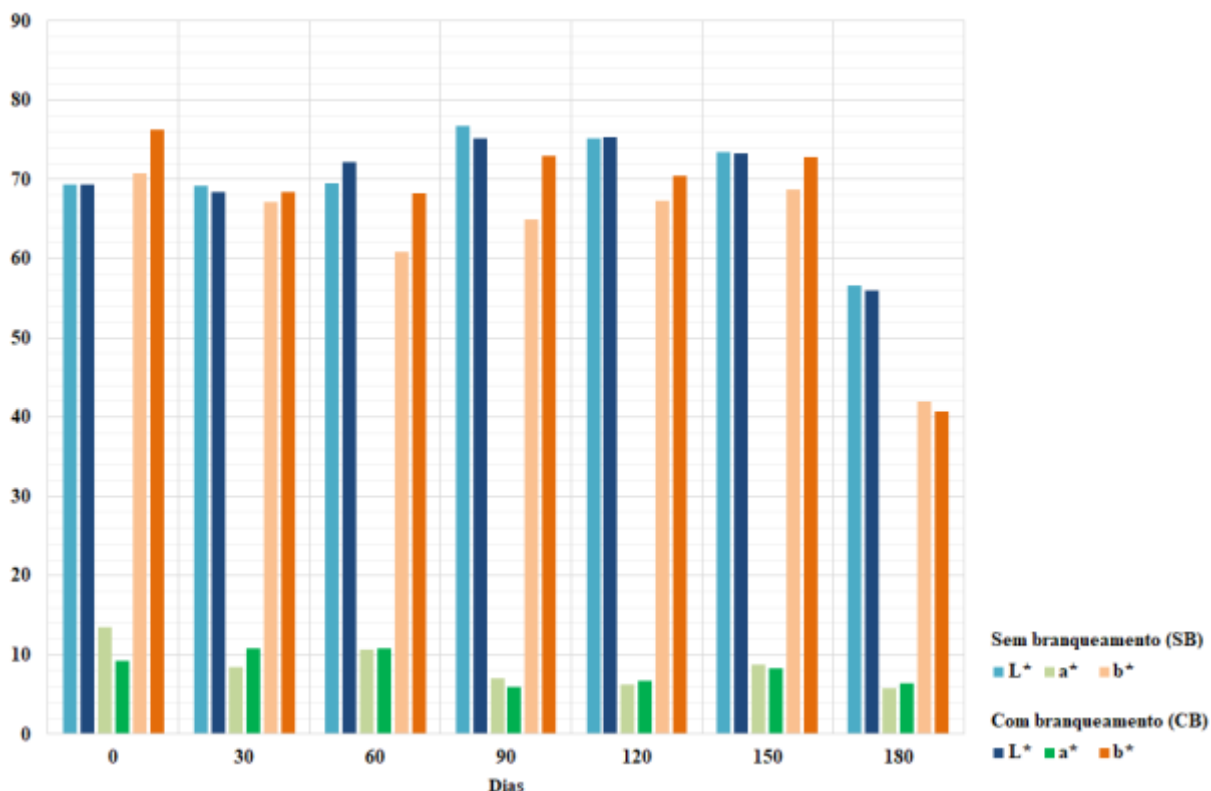
Todas as amostras da polpa de pequi em conserva apresentaram ausência de *Salmonella* spp. Sendo assim, encontram-se dentro dos parâmetros exigidos pela legislação (BRASIL, 2001), que estabelece ausência de *Salmonella* em 25 g neste alimento. Em estudo sobre as condições higiênico-sanitárias de uma indústria de processamento de conservas de polpa de pequi na região norte do estado de Minas Gerais, Ferreira e Junqueira (2009) detectaram a presença de *Salmonella* spp. em todas as amostras de polpa antes do branqueamento e em 1/3 das amostras armazenadas após o branqueamento, porém, nenhuma das amostras da polpa do pequi *in natura* apresentaram esse microrganismo.

A acidificação em condições de $\text{pH} \leq 4,5$, juntamente com a adição de sal e aquecimento a 80 °C e seguida de exaustão, fechamentos herméticos e pasteurização, também foram suficientes para reduzir a microbiota inicial, fornecendo estabilidade ao armazenamento por 180 dias para o produto final.

Como a coloração é um atributo que influencia diretamente na decisão de escolha de um alimento e pode refletir o efeito do tratamento, os parâmetros de L^* , a^* e b^* foram avaliados. De acordo com o Gráfico 1 o parâmetro L^* (Luminosidade) no tempo de 180 dias é inferior aos tempos

de 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias, quanto maior o valor de L^* mais clara a cor do produto. Essa diminuição nos valores de L^* indica que a polpa de pequi em conserva apresentou escurecimento enzimático durante o período de armazenamento.

Gráfico1 - Médias do parâmetro de cor L^* , a^* e b^* nos diferentes tratamentos ao longo de 180 dias de armazenamento.



Fonte: Dos autores, 2019.

Quanto ao parâmetro a^* ($-a^*$ = verde, $+a^*$ = vermelho), todos os valores encontrados foram positivos, indicando traços de cor vermelho nas polpas de pequi em conserva. A polpa de pequi apresenta teor elevado de lipídeos e carotenóides. No tempo de 150 dias, o tratamento CB apresentou menor coloração comparado com o SB, isso devido à aplicação do tratamento térmico branqueamento, que consequentemente, diminuiu a cor da polpa de pequi em conserva, visto que Sabah, Cinar e Çelik (2007) afirmam que em estudo da descoloração de óleos vegetais, mecanismo de adsorção de β -caroteno em sepiolite ativada por ácido, o branqueamento além de remover os ácidos graxos livres e os produtos de oxidação causados pelo processo de ensilagem ácida, também removeram os carotenóides presentes no óleo de pescado.

De acordo com o Gráfico 1, obteve-se valores positivos no parâmetro b^* da polpa de pequi em conserva. No tempo 0 os valores médios de b^* no tratamento CB foram altos. Evangelista (2000) afirma que o branqueamento fixa a coloração de certos pigmentos vegetais como a clorofila e destrói a catalase causadora das alterações no odor e sabor no período de armazenamento.

Conclusão

Verificou-se que o branqueamento pode influenciar na cor da polpa de pequi em conserva durante o período de armazenamento, e que as boas práticas de fabricação da polpa de pequi em conserva foram satisfatórias, visto que mesmo sem o branqueamento, não foi detectada a presença de microrganismos descritos na legislação.

Referências

- ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A.; RIBEIRO, J. F. **Aproveitamento alimentar de espécies nativas dos cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, p. 83,1987.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 352, de 23 de dezembro de 2002. Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Frutas e ou Hortaliças em Conserva. **Diário Oficial da União. Brasília, DF**. Disponível em: <<http://www.ivegetal.com.br/cvegetal/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20Correlata/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20RDC%20n%C2%BA%20352%20de%2023%20de%20dezembro%20de%202002.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2019.
- BRASIL- Ministério da Saúde. Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federal do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b> Acesso em: 9 abr. 2019.
- CRUZ, R.M.S.; VIEIRA, M. C.; SILVA, C. L. M. Effect of heat and thymosonication treatments on peroxidase inactivation kinetics in watercress (*Nasturtium officinale*). **Journal of food engineering**. v.1, n.72, p. 8-15, 2006.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. Editora Atheneu, 2ª Ed., São Paulo, p. 287- 289, 2000.
- FERREIRA, L. C.; JUNQUEIRA, R. G. Condições higiênico-sanitárias de uma indústria de processamento de conservas de polpa de pequi na região norte do estado de minas gerais. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1825 -1831, 2009.
- JUNEJA, V. K.; MARKS, H. M. **Characterizing asymptotic D-values for Salmonella spp. Subjected to different heating rates in sous-vide cooked beef**. Innovative Food Science and Emerging Technologies, v. 4, p. 395–402, 2003.
- MELO JÚNIOR, A. F.; CARVALHO, D.; PÓVOA, J. S. R.; BEARZOTI, E. Estrutura genética de populações naturais de pequi (Caryocar brasiliense Camb.). **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 56-65, dez., 2004.

OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N. B.; MAIA, A. H. N.; ALVES, R. E.; XAVIER, D. S.; MATOS, M. S. Caracterização física de frutos do pequi nativos da chapada do Araripe-CE. **Revista brasileira de fruticultura**, Arrice, v.3, n.4, 2009.

SABAH, E., CINAR, M.; ÇELIK, M. S. Decolorization of vegetable oils: Adsorption mechanism of β -carotene on acid-activated sepiolite. **Food Chemistry**, 100, 1661-1668.2007.

SILVA, D. N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S. D.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 3. ed., p.536, 2007

SOUZA, O. A.; NASCIMENTO, J. L.; NAVES, R. V.; BORGES, J. D. Propagação sexuada de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.): efeito da procedência de frutos e do ácido giberélico na emergência de plântulas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.3, p.131-136, set., 2007.

Capítulo 12

Patógenos alimentares em leite de bovinos com mastite subclínica

Geziella Aurea Aparecida Damasceno Souza*¹; Laura Francielle Ferreira Borges²; Ester Dias Xavier³; Samuel Ferreira Gonçalves⁴; Carolina Magalhães Caires Carvalho⁵, Cintya Neves de Souza⁶

Resumo

Patógenos causadores de intoxicações alimentares também são descritos em mastite subclínica e relatados na literatura em alimentos lácteos. O objetivo deste trabalho foi verificar a ocorrência de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* presentes em amostras de leite bovino com mastite subclínica. Para isso, foi realizada coleta de amostras em tetos de bovinos com mastite subclínica em oito fazendas de produção leiteira no norte de Minas Gerais. Os patógenos foram isolados, identificados e foi procedido o antibiograma para detectar sensibilidade aos antimicrobianos oxacilina-1µg (OXA), cefoxitina-30µg (CFO) e amoxicilina-10µg (AMO) para *Staphylococcus aureus* e ampicilina-10µg (AMP), ciprofloxacina-5µg (CIP), cefoxitina-30µg (CFO), gentamicina-10µg (GEN), amoxicilina-10µg (AMO), norfloxacina-10µg (NOR), neomicina-30µg (NEO) e tetraciclina-30µg (TET) para *Escherichia coli*. Como resultado, foram detectados 14 *Staphylococcus aureus*, dos quais 12 apresentaram resistência a, pelo menos um dos antimicrobianos testados, sendo 2 destes isolados considerados resistentes a meticilina (MRSA). Foram detectados, também, 3 isolados de *Escherichia coli*, todos resistentes a amoxicilina. Entre todos os antibióticos testados, a maior frequência de resistência foi contra a amoxicilina. É necessário um bom controle microbiológico do leite desde sua produção no rebanho.

Palavras-chave: Doenças Transmitidas por Alimentos, *Escherichia coli*, Resistência bacteriana, *Staphylococcus aureus*.

¹Mestranda em Produção Animal- Instituto de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Minas Gerais

²Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

³Graduanda em Zootecnia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

⁴ Mestrando em Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

⁵Servidora técnica - Instituto de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Minas Gerais.

⁶Servidora técnica - Instituto de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: geziella.ufmg@gmail.com

Introdução

Leite é um alimento que deve possuir uma variedade de microrganismos úteis a indústria alimentícia e benéficos ao consumo humano. Porém, se não houver higiene e controle de qualidade desde a ordenha, pode conter patógenos capazes de causar doenças alimentares, sendo que alguns deles se tornam presentes mesmo em alimentos processados (HACHIYA, 2017).

O principal patógeno associado a mastite bovina, a bactéria *Staphylococcus aureus*, é também associado a intoxicações alimentares em humanos (COSTA *et al.*, 2018). Outro patógeno também citado em mastite bovina (GAO *et al.*, 2014) e produtor de toxinas que causam doenças alimentares é a bactéria *Escherichia coli* (PATTABIRAMAN, *et al.*, 2018). Embora a *Escherichia coli* seja detectada em menor proporção como patógeno em mastite bovina, deve-se atentar que este microrganismo é de importância clínica, possível causador de doenças transmitidas por alimentos em humanos.

Nos estudos de Johler *et al.* (2018), 80% das amostras de leite cru para produção de queijo artesanal na Itália estavam contaminadas com *Staphylococcus aureus*, sendo que muitas destas bactérias continham genótipo associado a capacidade de causar mastite e de produzir toxinas alimentares. Hachiya (2017) detectou *Staphylococcus aureus* em produtos lácteos brasileiros como queijo fundido.

A legislação brasileira se atenta sobre a qualidade microbiológica do leite e sanidade do rebanho (BRASIL, 2017), pois o controle deve ser feito desde a produção, uma vez que espécies patogênicas presentes em um meio rico em nutrientes como é o leite podem rapidamente se multiplicar e alcançar proporções preocupantes.

Com base nessas premissas, o presente estudo objetivou verificar a ocorrência de patógenos alimentares do tipo *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* em leite de bovinos com mastite subclínica em fazendas de produção leiteira no norte de Minas Gerais.

Material e métodos

Em oito fazendas de produção leiteira no norte de Minas Gerais, foi realizado nas fêmeas de bovinos, o teste da caneca telada e California Mastitis Test (CMT) para identificação de mastite. Foram excluídos os tetos com mastite clínica e tomados para estudo os que apresentaram mastite subclínica, considerando CMT positivo com duas a três cruzes. Logo após, foi procedida lavagem do teto com água corrente, secagem em papel toalha e antisepsia com álcool 70% (PU *et al.*, 2014). Em

seguida, as amostras de leite foram coletadas em frascos estéreis de 5 ml com tampa em rosca e enviadas em caixas isotérmicas com gelo para o Laboratório de Sanidade Animal, no Centro de Pesquisa em Ciências Agrárias (CPCA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

As amostras foram processadas em capela de fluxo laminar, utilizando alça microbiológica de 10 µL e procedendo sementeira por esgotamento em ágar sangue ovino a 5% V/V. As placas foram incubadas em estufa de crescimento microbiano a 37°C ± 2 por 24 horas. Havendo crescimento, foi realizada coloração de Gram de modo a selecionar os bacilos Gram negativos e os cocos Gram positivos agrupados em cachos. As bactérias selecionadas como cocos Gram positivos foram ainda submetidas a teste de coagulase, visando selecionar os de resultado coagulase positivo.

Por fim, a identificação confirmativa foi procedida por espectrometria de massa *Matrix Associated Laser Desorption Ionization – Time of Flight* (MALDI- TOF), segundo metodologia descrita por Assis et al (2017). Para isso, foi feito um esfregaço fino de cada colônia microbiana pura na placa MALDI e, após secar em temperatura ambiente, foi aplicado nos esfregaços das bactérias 1 µL de ácido fórmico a 70%. Após secar novamente, foi aplicado em todos os esfregaços, 1µL de reagente matriz. Aguardou-se secar novamente e a placa contendo os esfregaços individuais de cada colônia microbiana foi inserida no sistema MALDI acoplado a um monitor em que foram cadastradas as amostras (Figura 1). Dentro do aparelho, a placa foi carregada até um ponto em que as amostras ionizadas realizaram um “vôo”, sendo o tamanho desse vôo conforme o peso ou massa do microrganismo. De acordo com a medição do tamanho do vôo e, conseqüentemente da massa do microrganismo, pode-se obter com precisão sua identificação comparando a outros microrganismos já conhecidos, previamente identificados no banco de dados.

Figura 1 – Procedimentos de identificação microbiana por MALDI-TOF realizada com isolados bacterianos de leite bovino com mastite subclínica



Fonte: Dos autores, 2019

As bactérias identificadas foram avaliadas quanto a sua resistência ou sensibilidade a diversos antibióticos conforme metodologia preconizada pelo *Control Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2018). Para as bactérias Gram positivas, foram utilizados os antimicrobianos oxacilina-1µg (OXA), cefoxitina-30µg (CFO) e amoxicilina-10µg (AMO). Para as bactérias Gram negativas, foram utilizados ampicilina-10µg (AMP), ciprofloxacina-5µg (CIP), cefoxitina-30µg (CFO), gentamicina-10µg (GEN), amoxicilina-10µg (AMO), norfloxacina-10µg (NOR), neomicina-30µg (NEO) e tetraciclina-30µg (TET).

Resultados e discussão

Foram encontradas nas amostras de leite, 17 isolados bacterianos, 14 identificados por MALDI-TOF como *Staphylococcus aureus* e três como *Escherichia coli*. O perfil de resistência fenotípica dessas bactérias aos antimicrobianos testados é mostrado na tabela 1.

Tabela 1 – Perfil fenotípico de resistência a antibióticos apresentado por bactérias provenientes de leite de bovinos com mastite subclínica

Isolado bacteriano	Caracterização Fenotípica de Resistência	Frequência N (%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	CFO, OXA, AMO	1 (7,1%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	CFO, AMO	1 (7,1%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	AMO	10 (71,4%)
<i>Escherichia coli</i>	AMO	3 (100%)

Fonte: Dos autores, 2019

No geral, as maiorias das bactérias apresentaram resistência aos antibióticos testados. Podem ser observados 2 isolados de *Staphylococcus aureus* caracterizados com resistência a oxacilina ou cefoxitina. São assim considerados MRSA (CLSI, 2018).

A meticilina já é uma droga utilizada contra bactérias resistentes produtoras de penicilnases (HACHIYA, 2017). A resistência a meticilina exclui a possibilidade de tratamento por esta droga em bactérias já resistentes a outros antibióticos.

Considerando que, genes como *mecA* que expressa resistência a meticilina (CLSI, 2018) podem ser transferidos de uma bactéria a outra através de conjugação ou também por transdução, é necessário precaução também contra a transmissão da resistência bacteriana.

Os isolados de *Escherichia coli* apresentaram em sua totalidade resistência a amoxicilina. Em contrapartida, apresentaram sensibilidade as demais drogas testadas. Mas mesmo sendo sensível, existe a possibilidade de ela ser causadora de diarreia (PATTABIRAMAN, *et al.*, 2018).

S. aureus e *E. coli* são espécies associados a surtos de infecção alimentar humana (SIQUEIRA, 2017; PATTABIRAMAN, *et al.*, 2018). A qualidade microbiológica do leite cru é importante tanto no que diz respeito aos microrganismos advindos do leite e úteis para a fabricação de determinados produtos lácteos, quanto ao perigo de patógenos, causadores de doenças transmitidas por alimentos e suas resistências ao tratamento antimicrobiano.

Conclusão

A qualidade microbiológica do leite desde sua produção inicial é de suma importância. Espécies patogênicas podem estar presentes em leite bovino e apresentarem resistência a diferentes antibióticos. Nesse sentido, é necessário que haja um bom controle de qualidade, tanto para evitar transmissão de patógenos, quanto para evitar a transferência de genes responsáveis pelas resistências microbianas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES). Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais. CNPq e UFMG/PRPq.

Referências

ASSIS, G. B. N. *et al.* Use of MALDI-TOF Mass Spectrometry for the Fast Identification of Gram-Positive Fish Pathogens. **Front Microbiol**, v. 9, n. 8: p. 1492, 2017.
BRASIL. Decreto Nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei Nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei Nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**. 30 mar 2017. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=NzU2NQ%2C%2C>>. Acesso 10 Mar 2019.

CLSI- CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing** Wayne, PA. 28th ed. CLSI supplement M100: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2018.

COSTA, F. N. *et al.* Frequency of enterotoxins, toxic shock syndrome toxin-1, and biofilm formation genes in *Staphylococcus aureus* isolates from cows with mastitis in the Northeast of Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, n. 50: p. 1089–1097, 2018.

GAO, J. *et al.* Incidence of clinical mastitis and distribution of pathogens on large Chinese dairy farms. **Journal of Dairy Science**. v. 100, n.6: p. 4797-4806, 2017.

HACHIYA, J. O. *et al.* Methicillin-resistant *Staphylococcus* spp. isolated from curd cheese “requeijão” and “especialidade láctea type requeijão” sold in Brazil. **Ciência Rural - Santa Maria**, v.47, n. 7, 2017.

JOHLER, S. *et al.* Characterization of *Staphylococcus aureus* isolated along the raw milk cheese production process in artisan dairies in Italy (Short communication). **J. Dairy Sci**, v.1, n.1: p 2915–2920, 2018

PATTABIRAMAN, V. *et al.* Genome wide characterization of enterotoxigenic *Escherichia coli* serogroup O6 isolates from multiple outbreaks and sporadic infections from 1975-2016. **Plos One**, v. 13, n.12: e0208735. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208735>.

PU, W. C *et al.* High Incidence of Oxacillin-Susceptible *mecA*-Positive *Staphylococcus aureus* (OS-MRSA) Associated with Bovine Mastitis in China. **Plos One**, v. 9, n. .2, 2014.

SIQUEIRA, A. K. *et al.* Genes de enterotoxinas, multirresistência a antimicrobianos e caracterização molecular de espécies de *Staphylococcus* spp. isoladas de leite bovino orgânico. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v. 54, n.1: p. 81-87,

Capítulo 13

Avaliação da qualidade microbiológica de especiarias comercializadas em feira livre no município de Vitória da Conquista, Bahia.

Renata de Sousa da SILVA¹; Aléssia Carvalho SILVA¹; Keila Souza CORREIA²; Mario Roberto JÚNIOR¹; Erica Pedreira GONÇALVES¹; Ligia Miranda MENEZES^{*3};

Resumo

Sobre o ponto de vista microbiológico as especiarias podem apresentar uma alta contaminação, devido às más práticas na manipulação e armazenamento. Com o objetivo de verificar as condições microbiológicas de especiarias em pó comercializadas na feira livre do município de Vitória Da conquista – Bahia. Foram selecionadas três amostras, Açafrão (*Crocus sativus L.*), Cominho (*Cuminum cyminum L.*) e pimenta-do reino (*Piper nigrum L.*) para análise de coliformes, a 35°C e a 45°C e presença de Salmonella. Segundo BRASIL (2001) a Resolução RDC N° 12 De 2001, limites de tolerância de coliformes a 45°C é de 10² NMP/g. Com base, nesse limite as amostras estavam de acordo com o permitido, contudo houve a presença de coliformes a 35°C mesmo não sendo utilizada como parâmetro de avaliação pela ANVISA, essa análise, serve de alerta. Foi encontrada a presença de Salmonella em todas as amostras, o que não é permitido pela legislação que estabelece que seja ausente a presença desse microrganismo em alimentos. A presença desses microrganismos é um indicativo de precariedade nas condições, higiênicas sanitárias e de manipulação, podendo causar risco ao consumidor.

Palavras-chave: Alimentos. Coliformes termotolerantes. Salmonella.

Introdução

“Define-se por especiarias produtos constituídos de partes (raízes, rizomas, bulbos, cascas, folhas, flores, frutos, sementes, talos) de uma ou mais espécies vegetais tradicionalmente utilizadas para agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas” (BRASIL, 2005). Sendo comercializadas em

¹Discente, do Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Tecnologia Rural e Animal/ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia.

² Mestranda em Ciência e Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia.

³Professora Doutora, Departamento de Ciências Exatas e Naturais/ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia.

*Autor para correspondência: e-mail: limiramene@yahoo.com.br

feiras livres, na forma desidratada e na maioria das vezes, moída e a granel. Assim, sob o ponto de vista microbiológico, o contato com os fatores umidade, temperatura e manipulação inadequadas, podendo ocorrer desde sua produção até sua comercialização e distribuição contendo cada via seus próprios meios de contaminação podem acarretar enfermidades ao consumidor (FRITZEN *et al.*, 2006).

Além de contribuírem com o sabor, muitas das especiarias utilizadas na condimentação podem apresentar efeito conservante e propriedades antioxidantes, características bastante interessantes no processamento tecnológico de produtos alimentícios, sobretudo carnes. Por outro lado, muitas das especiarias podem ser responsáveis pela redução da vida útil de tais produtos, uma vez que se não produzidas e armazenadas adequadamente, podem conter altas cargas microbianas (CARRIJO *et al.*, 2012).

As especiarias podem ser contaminadas na origem, na estocagem, no transporte ou mesmo durante a manipulação. A contaminação ocorre por esporos, fungos e leveduras, os quais nas indústrias de alimentos podem causar sérios danos, notadamente nos produtos enlatados. Do mesmo modo, podem ser contaminadas por insetos (GERMANO; GERMANO, 1998).

A classificação dos coliformes segundo SILVA (2007) apresenta o grupo de Coliformes totais que inclui as bactérias na forma de bastonetes Gram-negativos, não esporogênicos, aeróbios ou aeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35° C. Os Coliformes fecais são capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24h a 44,5-45,5° C.

Segundo Franco e Landgraf (2004) o gênero *Salmonella* pertence à família Enterobacteriaceae e compreendem bacilos Gram negativos não produtores de esporos. São anaeróbios facultativos, produzem gás a partir de glicose (exceto *S. Typhi*) e são capazes de utilizar o citrato como única fonte de carbono. Podendo estar presente segundo Siqueira (1995) no solo, no ar, na água, em águas residuais, nos animais, nos seres humanos, nos alimentos, nas fezes, nos equipamentos. Entretanto, seu habitat natural é o trato intestinal dos seres humanos e animais.

Tendo em vista as considerações feitas acima, o presente trabalho teve como objetivo verificar as condições microbiológicas de especiarias comercializadas na feira livre do município de Vitória da conquista – Bahia.

Material e métodos

As amostras utilizadas foram Açafrão (*Crocus sativus L.*), Cominho (*Cuminum cyminum L.*) e pimenta-do reino (*Piper nigrum L.*). Foi coletada uma amostra de cada especiaria na forma moída já embaladas, totalizado 3 amostras que foram levadas para o laboratório de microbiologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB Campus Itapetinga. 25g de amostra foram transferidas para 225 ml de água peptonada e foi agitada manualmente, esta diluição corresponde a uma proporção de 1:10. A partir da diluição inicial, foram feitas as diluições seriadas 10⁻² e 10⁻³ em água peptonada. Para as análises seguiu-se o método preconizado pelo manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos (SILVA, 2007).

Para análise de coliformes totais e termotolerantes utilizou-se a técnica de número mais provável (NMP), empregando series de três tubos de ensaios. Partindo das diluições 10⁻¹, 10⁻² e 10⁻³ foi pipetado 1 ml das respectivas diluições para uma série de três tubos contendo 9 ml do Caldo Lauril Triptose (caldo LSD). Incubou-se a 35°C por 24 horas e observou-se o crescimento com produção de gás nos tubos de Durham. Para o teste confirmativo de coliformes totais transferiu-se um alíquota para tubos contendo Caldo Verdes Brilhantes (caldo VB) e incubados a 35°C por 24 a 48 horas, para coliformes termotolerantes transferiu-se um alíquota para tubos contendo Caldo *Escherichia coli* (caldo EC) e incubados a 45°C por 24 a 48 horas e observou-se o crescimento com produção de gás. Os resultados foram expressos em NMP/g orientando se pelo uso da tabela de NMP /g apropriada às diluições inoculadas.

Para *Salmonella* foram determinadas somente a presença ou ausência. Foi feito o pré-enriquecimento (225 ml de água peptonada + 25g da amostra) incubou-se a 35 °C por 18 a 24 horas, para o enriquecimento seletivo foi transferido 1 ml para 9 ml contendo caldo tetrationato (caldo TT) e 1 ml para 9ml de caldo seletivo Cistina (SC). Incubaram-se ambos a 35°C por 24 horas. Para o plaqueamento diferencial foi feito o estriamento em duplicatas, em caldos enriquecidos em Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e Ágar Bismuto Sulfito (BS) os mesmos foram incubados a 35°C por 18 a 24 horas. Após o tempo determinado fez – se a leitura das placas, no (BS) eram esperadas colônias marrons ou pretas com ou sem brilho metálico e no (XLD) colônias transparentes, rosa escuro indicando a presença de *Salmonella*.

Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão expostos os resultados da quantificação de Coliformes e *Salmonella*.

Tabela 1 - Análise de coliformes e Salmonella em especiarias comercializadas em feira livre de Vitória da Conquista.

Amostra	Colif. a 35°C NMP/g	Colif. a 45°C NMP/g	Salmonella (em 25g)
Açafrão	0,4x10 ¹	<0.3x10 ¹	Presente
Cominho	9,3x10 ¹	<0.3x10 ¹	Presente
Pimenta do reino	110x10 ¹	<0.3x10 ¹	Presente

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: Colif. a 35°C: Coliformes Totais; Colif a 45°: coliformes termotolerantes.

Com base nos resultados observamos que todas as amostras não apresentaram contagem para coliformes termotolerantes, o que indica que as amostras estão de acordo com os padrões exigidos segundo a RDC N° 12 de 2001 para coliformes a 45°C o limite de tolerância é de 10² NMP/g (BRASIL, 2001). Resultados semelhantes foram encontrados em estudos feitos por (OLIVEIRA *et al.*, 2017) os quais não observaram crescimento indicativo de coliformes fecais nas amostras de cominho, açafrão e pimenta do reino. Já (PRAVEEN *et al.*, 2014) relatou em seu estudo que obtiveram alta incidência de contaminação por essa bactéria no açafrão.

Todas as amostras apresentam NMP/g para coliformes totais, embora não seja utilizada como parâmetro de qualidade por não indicar efeito benéfico ou prejudicial à saúde do consumidor, a análise serve como alerta para as condições higiênicas sanitárias durante o processo, manipulação e armazenamento, indicando um possível potencial de risco oferecido à saúde do consumidor.

Ainda de acordo com tabela 1 todas as amostras apresentaram a presença de Salmonella, indicando que as mesmas não estão dentro os parâmetros exigidos pela RDC N°12 de 2001, que estabelece a ausência do microrganismo em 25g de amostra (BRASIL, 2001). Segundo Rodrigues (2005) a presença da Salmonella em alimentos é preocupante, por se tratar de uma bactéria entérica responsável por graves intoxicações alimentares, a presença deste microrganismo em especiarias pode ser decorrente de diversos fatores desde a colheita, até armazenamento impróprio, em locais úmidos, sem controle correto da temperatura que propiciam a contaminação.

De acordo com Marques (2011), os casos em que a presença de Salmonella em alimentos provoca doença, ocorrem quando uma pessoa ingere células de Salmonella que sobrevivem à passagem pelo estômago, crescem e se multiplicam no intestino, provocando sintomas de cólicas abdominais, diarreia, febre e vômito. A presença de Salmonella indica a falta de condições higiênicas sanitárias adequadas, no cultivo, processamento, transporte e/ou armazenamento destes produtos,

todos esses fatores podem ter contribuído para o resultado encontrado, tornando uma grande fonte de contaminação e indicando uma deficiência nas boas práticas de fabricação.

Conclusão

Com o desenvolvimento deste estudo foi possível observar que as especiarias apresentaram contaminação por microrganismos como coliformes totais e Salmonella, podendo assim comprometer a saúde o consumidor uma vez que não estão de acordo com os padrões estabelecidos pela ANVISA. Este estudo serve de alerta para a falta de condições higiênicas sanitárias adequadas, processamento, manipulação inadequada e armazenamento das especiarias, sendo necessário um cuidado do consumidor na hora de compra e os comerciantes devem buscar melhorar as boas práticas de fabricação buscando garantir uma boa qualidade ao produto, evitando possíveis riscos ao consumidor.

Referências

- BRASIL. Agência Nacional de vigilância Sanitária – (ANVISA). Resolução RDC n.12 de 02 de janeiro de 2001. dispõe sobre o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária- (ANVISA). Resolução RDC nº 276, de 22 de setembro de 2005. "Regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos". **Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005**.
- CARRIJO, K.F. *et al.* Condimentos e especiarias empregados no processamento de alimentos: considerações a respeito de seu controle físico-químico. **PUBVET**, Londrina, V. 6, n. 26, ed. 213, art. 1419, 2012.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu. 2004.
- FRITZEN, A. L.; SCHWERZ, D. L.; GABIATTI, E. C.; PADILHA, V.; & MACARI, S. M. Análise microbiológica de carne moída de açougues pertencentes a 9º Regional de Saúde do Paraná. **Higiene Alimentar**, v.20, n.114, p. 81 -84, 2006.
- ORIGINAL, GERMANO, P.M.L.; GERMANO, M.I.S. Importância e riscos das especiarias. **Revista Higiene Alimentar**, v.12, n.57, São Paulo, set-out 1998, 23-312p. *apud* CITANTE, CARRIJO, K.F. *et al.* Condimentos e especiarias empregados no processamento de alimentos: considerações a respeito de seu controle físico-químico. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 26, ed. 213, art. 1419, 2012.
- MARQUES, C. S. S. **Determinação da Vida Útil de Pastéis Sortidos**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Alimentar, Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.
- OLIVEIRA, J. O.; VILELA, L. O.; SILVA, L. O.; NASCIMENTO, T. S.; MAGALHÃES, F. C.; & VIVI, V. L. Análise microbiológica de especiarias desidratadas comercializadas em feiras livres de Cuiabá, Mato Grosso. **Journal Health Npeps**, Mato Grosso, v. 2, n. 2, p.365-379, jul. 2017.
- PRAVEEN, S.; DAS, S.; BEGUM, A.; SULTANA, N.; HOQUE, M. M.; & AHMAD, I. Microbiological quality assessment of three selected spices in Bangladesh. **IFRJ**. (21), p.1327-30. 2014

RODRIGUES, R. M.; MARTINI, M. H.; CHIARINI, P. T.; & PADRO, S. T. Matérias estranhas e identificação histológica em manjerona (*Origanum majorana* L.), orégano (*origanum vulgare* L.) e salsa (*Petroselinum sativum* Hoffm) em flocos, comercializados no centro de São Paulo. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.64. 2005

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3ª ed. São Paulo: Varela, 2007.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos**. São Paulo: Livraria Varela. 1995

Capítulo 14

Adesão de *Pseudomonas aeruginosa* em galões de polipropileno e controle por sanitização química

ANDRADE JUNIOR, J. P.^{*1}; BORGES, L. A.¹; CARVALHO, M. D.¹; MOURA A. L. C.¹;
ALMEIDA, K. V.¹; CARELI, R. T.²

Resumo

Objetivou-se avaliar a estirpe de *P. aeruginosa* ATCC 27853 quanto à sua capacidade de adesão em polipropileno, ao seu potencial de biotransferência para água mineral e à sua susceptibilidade frente a soluções de hipoclorito de sódio. Constatou-se um processo de adesão aos cupons de polipropileno de 6,27 Log UFC/cm² após cinco dias. *P. aeruginosa* teve a capacidade de se biotransferir para a água em concentração de 5,57 Log UFC/mL, não apresentando diferença ($P > 0,05$) em relação aos tempos de 24, 48 e 72 h. Células aderidas de *P. aeruginosa* apresentaram sensibilidade às soluções de Hipoclorito de Sódio. Observou-se diferença ($P < 0,05$) na redução do número de células aderidas ao polipropileno entre a solução controle e as soluções sanitizantes. Verificou-se que 5 min foram suficientes para eliminar a quantidade de células aderidas em cupons de polipropileno quando submetidas a procedimentos de sanitização com Hipoclorito de Sódio a 200 e 400 mg/L. A concentração inibitória mínima de hipoclorito de sódio (200mg/L) foi eficiente para eliminar todas as células aderidas em um curto intervalo de tempo (5 min), sendo essa uma metodologia aplicável para a higienização de galões de 20 L na indústria de água mineral.

Palavras-chave: Água mineral. Biofilmes. Biotransferência. Hipoclorito de sódio.

Introdução

A água mineral natural é obtida diretamente de fontes naturais ou artificialmente captada, de origem subterrânea, caracterizada por conteúdo definido, constante de sais minerais e outros constituintes. Além disso, não deve apresentar risco à saúde do consumidor (BRASIL, 2000). Sendo assim, deve ser captada, processada e envasada obedecendo às condições higiênico sanitárias e as boas práticas de fabricação (CARDOSO *et al.*, 2003).

¹ Graduando(a) em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Professor Associado, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

Antes do envase da água mineral, é necessário que os galões retornáveis passem por uma operação de sanitização que se dá por procedimentos físicos ou químicos que sejam de eficiência comprovada e aprovados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral. Na sanitização por meios físicos, os galões são submetidos a temperaturas elevadas pela exposição ao vapor ou imersão em água quente. No caso de uma sanitização através de agentes químicos, utiliza-se de ácidos orgânicos ou umectantes. Por apresentarem valor mais acessível, geralmente são utilizados compostos clorados, iodados e quaternários de amônia (CARDOSO *et al.*, 2003).

Com relação à qualidade microbiológica, as águas minerais podem apresentar estirpes bacterianas inócuas antes do tratamento, do engarrafamento, do processamento ou mesmo proveniente do ambiente. Dentre os contaminantes microbiológicos preocupantes destacam-se espécies patogênicas e patógenos oportunistas como *Pseudomonas aeruginosa*. Esta bactéria é capaz de causar infecções em indivíduos imunocomprometidos, sendo a espécie mais comumente isolada em amostras de águas minerais naturais comercializadas em galões de 20 L no Brasil. *P. aeruginosa* é capaz de aderir e formar biofilmes em vários tipos de superfícies. Os biofilmes podem ser definidos como uma estrutura coletiva de células microbianas protegidas por uma matriz polissacarídica ou proteica que é sintetizada pelas células e aderente tanto a superfícies inativas ou vivas (PARSEK e TOLKER-NIELSEN, 2008).

Diante disso, objetivou-se avaliar a estirpe de *P. aeruginosa* ATCC 27853 quanto à sua capacidade de adesão em polipropileno, ao seu potencial de biotransferência para água mineral e à sua susceptibilidade frente a soluções de hipoclorito de sódio.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Microbiologia do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. Foi avaliada a estirpe de *P. aeruginosa* ATCC 27853, que faz parte da bacterioteca deste laboratório.

A determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) do hipoclorito de sódio foi realizada utilizando-se o método de macrodiluição em caldo, de acordo com a norma dos testes de sensibilidade a agentes antimicrobianos por diluição para bactéria de crescimento aeróbio (NCCLS, 2005). Inoculou-se 12,5 µL da suspensão bacteriana com turbidez ajustada com a solução padrão de McFarland 0,5 em tubos de ensaio contendo 2,5 mL de soluções de NaOCl em Caldo BHI (Himedia®) nas concentrações de 25, 50, 100, 200 e 400 mg/L. Após homogeneização em vórtex por 2 min, os tubos permaneceram a 35 °C ± 2 °C por 24 h. Posteriormente, o crescimento microbiano

foi avaliado por meio de adição de 125 µL de Cloreto de Tetrafeniltetrazólio (TTC), que indica a multiplicação celular, apresentando coloração avermelhada na presença de células viáveis (KLANCNIK *et al.*, 2010)

Para a determinação da Concentração Bactericida Mínima (CBM), 0,1 mL de cada tubo de ensaio que não apresentou coloração avermelhada foi plaqueado por *Spread Plate* em placas contendo Ágar Mueller Hinton (Himedia®). As placas foram incubadas a 35 °C ± 2 °C por 24 h para observação de crescimento microbiano (NCCLS, 2005).

Para o estudo de adesão bacteriana, a estirpe permaneceu mantida em tubos com tampa apitada (Eppendorf®) com capacidade de 1 mL, contendo BHI (Himedia®) e glicerol a 30%, mantidos a - 20 °C. Para o preparo das suspensões utilizadas na análise, a cultura foi ativada por duas vezes consecutivas em caldo BHI com incubação a 35 °C ± 2 °C por 24 h. A cultura ativa foi centrifugada a 10000 x g por 10 minutos e os pellets foram lavados com solução de NaCl a 0,85%. A suspensão bacteriana foi preparada por ressuspensão dos pellets em água peptonada e inoculada em Erlenmeyer com 99 mL de água mineral esterilizada de modo a obter uma concentração de 2 Log UFC/mL, concentração baseada na metodologia de Eiroa, Junqueira e Silveira, (1997). A seguir, foram adicionados ao Erlenmeyer 11 cupons (2 cm x 2 cm x 0,1 cm) de polipropileno, material que compõe galões de água mineral de 20 L, previamente esterilizados a 121 °C por 15 min. Esse sistema experimental foi mantido sob condições estáticas por cinco dias em temperatura ambiente, buscando simular a realidade do consumo de água acondicionada em galões de água com capacidade de 20 L em ambientes domésticos. Esse período foi dimensionado com base na média de consumo de água mineral em famílias de quatro pessoas.

Para a quantificação das células bacterianas aderidas, um cupom foi retirado, rinsado por 1 min em 10 mL de solução de NaCl a 0,85% para retirada de células planctônicas (não aderidas), transferidos para 10 mL de solução de NaCl a 0,85% e sonicados por 2 min usando banho de Ultrassom a 40 kHz para desprendimento das células sésseis (aderidas). Diluições decimais seriadas e sucessivas foram realizadas, seguidas de plaqueamento pela técnica de Microgotas em Ágar Cetrimide (Himedia®) e incubação a 35 °C ± 2 °C por 24 h. As células aderidas foram quantificadas e os resultados foram expressos em UFC/cm².

Na avaliação do potencial de biotransferência das células aderidas aos cupons para a água mineral sem inoculação, um cupom foi retirado do sistema experimental e colocado em um novo sistema com 20 mL de água mineral esterilizada. Esse novo sistema foi mantido sob condições estáticas nos tempos de 24 h, 48 h e 72 h. A cada tempo avaliado, alíquotas de 100 µL foram retiradas

e submetidas a diluições decimais seriadas sucessivas seguidas de plaqueamento por microgotas em Agar Cetrimide incubação a $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ por 24 h.

Para testar a sensibilidade das células aderidas diante da solução sanitizante de hipoclorito de sódio (NaOCl), nove cupons foram submetidos à rinsagem com solução de NaCl a 0,85%. Em seguida, seis destes cupons foram transferidos para a solução sanitizante, composta por NaOCl, nas concentrações encontradas na CIM e na CBM em testes anteriores para a estirpe de *P. aeruginosa*. A solução testada como controle foi formulada com os mesmos componentes da solução de NaOCl, no entanto, sem a presença deste. Os tempos de contato dos cupons com a solução de NaOCl e controle foram de 5, 7,5 e 10 min. Após o tempo de contato dos cupons com a solução de NaOCl, os mesmos foram deixados por um minuto em contato com uma solução de Tiosulfato de Sódio a 0,25% para neutralização do resíduo sanitizante. Para quantificação das células bacterianas após sanitização, foram realizados os mesmos procedimentos descritos para a retirada de células aderidas e os resultados foram expressos em UFC/cm².

O experimento foi realizado segundo um delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições por tratamento. Para verificar o efeito antibacteriano do hipoclorito de sódio sobre as células aderidas, os valores UFC/cm² foram transformados em $\log(x+1)$ para atender a pressuposição da normalidade. As análises estatísticas foram realizadas a 5% de probabilidade e os resultados foram analisados com o auxílio do SAEG.

Resultados e discussão

Constatou-se que as concentrações de 200 mg/L e 400 mg/L de NaOCl foram a CIM e a CBM, respectivamente. Rutala *et al.* (1998), também testaram soluções de NaClO frente a essa espécie bacteriana e observaram que a CIM e a CBM foi 100 mg/L. Esses autores verificaram que a cepa de *P. aeruginosa* apresentou susceptibilidade ao NaClO em concentração mais baixa do que as utilizadas no presente estudo.

Após cinco dias, observou-se que os cupons de polipropileno apresentaram, em média, uma adesão de *P. aeruginosa* de 6,27 Log UFC/cm². Esta concentração celular aderida ao polipropileno pode ser considerada muito elevada, visto que a água mineral estava com uma contaminação inicial de 2,0 Log UFC/mL. Com o passar do tempo de experimentação, as células de *P. aeruginosa* tiveram capacidade de se multiplicar em água e aderir ao polipropileno em uma concentração relativamente alta, que quase pode ser considerada como um biofilme bacteriano. De acordo com Andrade, Bridgman e Zottola (1998), para se considerar um biofilme, é necessário um número mínimo de 7

Log UFC/cm². Dessa forma, constatou-se um mecanismo de adesão de células de *P. aeruginosa* na superfície de polipropileno. Fato este que não reduz o problema de contaminação destas superfícies, pois em condições apropriadas de umidade, nutrientes, tempo e temperatura, células de *P. aeruginosa* podem continuar se multiplicando e produzindo substâncias poliméricas extracelulares para a formação do biofilme bacteriano. As células sésseis, presentes no biofilme, podem se desprender e contaminar outros ambientes, água e alimentos, promovendo prejuízos econômicos e riscos à saúde dos consumidores, além de serem mais resistentes aos processos de sanitização (OLIVEIRA, BRUGNERA e PICCOLI, 2013).

Pedrosa *et al.* (2014) observaram que isolados de *P. aeruginosa* foram capazes de produzir biofilmes em galões de água mineral a 25 °C. Essa temperatura foi semelhante à utilizada no presente estudo, o que demonstra que a presença de *P. aeruginosa* em água mineral envasada em galões de 20 L pode ocasionar a formação de biofilmes durante a armazenagem e ao decorrer do consumo após a comercialização.

A biotransferência de *P. aeruginosa* foi, em média, 5,57 Log UFC/mL e não foi constatada diferença ($P>0,05$) no número de células transferidas para a água quando se avaliaram os tempos de 24 h, 48 h e 72 h. Esta concentração celular é extremamente elevada e preocupante, uma vez que a Resolução n° 275 da ANVISA (BRASIL, 2005), permite que águas minerais apresentem valores máximos de 0,3 Log UFC/100 mL da espécie bacteriana avaliada em água mineral.

A solução controle não apresentou efeito inibitório ($P>0,05$) frente ao microrganismo testado. De acordo com a Tabela 1, após o contato dos cupons com a solução controle por 5; 7,5 e 10 min, foi possível constatar a presença de células aderidas em concentrações iguais ou superiores a 5,89 Log UFC/cm² ($P>0,05$).

Células de *P. aeruginosa* apresentaram sensibilidade às soluções de NaOCl. Observou-se diferença ($P<0,05$) na redução do número de células aderidas ao polipropileno entre a solução controle e as soluções sanitizantes (Tabela 1). Além disso, verificou-se que todos os tempos de contato testados foram suficientes para eliminar a quantidade de células aderidas em cupons de polipropileno quando submetidas a procedimentos de sanitização com NaOCl a 200 e 400 mg/L, que foram as concentrações encontradas na CIM e na CBM respectivamente (Tabela 1). Queiroz e Day (2007) investigaram a efetividade de NaOCl a 2500 mg/L frente a biofilmes de *P. aeruginosa* em superfícies de alumínio e aço inoxidável. Esses autores observaram que 5 min foi suficiente para reduzir 4 Log e 5 Log respectivamente no número de células aderidas em alumínio e aço inoxidável, respectivamente.

Tabela 1 - Número de células aderidas (log UFC/cm²) de *Pseudomonas aeruginosa* em superfície de polipropileno, após cinco dias a 26 °C ± 2 °C, em contato com água mineral, após diferentes tempos de contato com soluções de Hipoclorito de Sódio e solução controle

Tratamentos	Tempo de contato (min)		
	5	7,5	10
Controle	6,04 Aa	6,02 Aa	5,89 Aa
NaOCl 200 mg/L	<1,00 Ba	<1,00 Ba	<1,00 Ba
NaOCl 400 mg/L	<1,00 Ba	<1,00 Ba	<1,00 Ba

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: NaOCl: Hipoclorito de Sódio.

Nota: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

Como houve redução total no número de células sobreviventes após os tratamentos com ambas as concentrações de NaOCl, independente do tempo de exposição (Tabela 1), pode-se sugerir um tratamento sanitizante eficiente com um procedimento utilizando uma menor concentração do produto químico (200 mg/L) e um menor tempo de exposição (5 min). Desse modo, este protocolo de higienização poderia refletir em menor geração de resíduos de sanitizante e em menor tempo para uma sanitização eficiente.

Conclusão

A estirpe *P. aeruginosa* ATCC 27853 apresenta uma alta capacidade de aderir à superfície de galões de polipropileno, o que evidencia uma possível ocorrência de formação de biofilmes. As células de *P. aeruginosa* aderidas apresentaram um alto potencial de biotransferência, além de terem se multiplicado facilmente na água mineral. Dessa forma, o baixo teor de nutrientes no meio não foi um fator limitante para o seu crescimento e sua capacidade de aderir à superfície. As soluções sanitizantes de Hipoclorito de Sódio nas concentrações de 200 e 400 mg/L foram capazes de eliminar totalmente as células aderidas ao polipropileno em todos os tempos testados.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais pela infraestrutura e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

Referências

- ANDRADE, N. J.; BRIDGMAN, T. A.; ZOTTOLA, E. A. Bactericide activity of sanitizers against *Enterococcus faecium* attached to stain less steel as determined by plat count and impedance methods. **Journal of Food Protection**, v. 61, n. 7, p. 833-838, 1998.
- BRASIL- Resolução nº 310, de 16 de julho de 1999. Regulamento técnico referente a padrões de identidade e qualidade para água mineral natural e água natural. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 jul. 2000. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/310_99.htm>. Acesso em: 06 out. 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 275, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico de características microbiológicas para água mineral natural e água natural**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1. Disponível em: <<http://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MTk3Ng%2C%2C>>. Acesso em: 06 out. 2018.
- CARDOSO, C. C.; VEIGA, S. M. O. M.; NASCIMENTO, L. C.; FIORINI, J. E.; AMARAL, L. A. Avaliação microbiológica de um processo de sanificação de galões de água com a utilização de ozônio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.1, n.23, p.59-61, 2003.
- EIROA, M. N. U.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. Variação da microbiota natural e de *Pseudomonas aeruginosa* em água mineral não carbonatada embalada em diferentes materiais durante o armazenamento a 30 C±1 C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 2, p. 167-171, 1997.
- KLANCNIK, A.; PISKERNIK, S.; JERSEK, B.; MOZINA, S. S. Evaluation of diffusion and dilution methods to determine the antibacterial activity of plant extracts. **Journal of Microbiological Methods**. v. 81, p.121-126, 2010.
- NCCLS. **Metodologia dos Testes de Sensibilidade a Agentes Antimicrobianos por Diluição para Bactéria de Crescimento Aeróbico: Norma Aprovada** – Sexta Edição. Norma NCCLS M7-A6. 53 p. 2005.
- OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, D. F.; PICCOLI, R.H. Biofilmes em indústrias de laticínios: aspectos gerais e uso de óleos essenciais como nova alternativa de controle. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.68, n. 390, p. 65-73, 2013.
- PARSEK, M. R.; TOLKER-NIELSEN, T. Pattern formation in *Pseudomonas aeruginosa* biofilms. **Current Opinion in Microbiology**, v. 11, n. 6, p. 560-6, 2008.
- PEDROSA, A. P.; BRANDÃO, M. L. L.; MEDEIROS, V. M.; ROSAS, C. O.; BRICIO, S. M. L.; ALMEIDA, A. E. C. C. Pesquisa de fatores de virulência em *Pseudomonas aeruginosa* isoladas de águas minerais naturais. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 9, n. 2, 2014.

QUEIROZ, G. A.; DAY, D. F. Antimicrobial activity and effectiveness of a combination of sodium hypochlorite and hydrogen peroxide in killing and removing *Pseudomonas aeruginosa* biofilms from surfaces. **Journal of applied microbiology**, v. 103, n. 4, p. 794-802, 2007.

RUTALA, W. A.; COLE, E. C.; THOMANN, C. A.; WEBER, D. J. Stability and bactericidal activity of chlorine solutions. **Infection Control & Hospital Epidemiology**, v. 19, n. 5, p. 323-327, 1998.

Capítulo 15

Adesão de *Escherichia coli* em aço inoxidável sob diferentes temperaturas

Alécia Daila Barros Guimarães*¹; Camila Ribeiro Rocha²

Resumo

O termo biofilme refere-se à forma de vida microbiana séssil, caracterizada pela adesão de microrganismos em uma superfície. O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade de adesão e formação de biofilme de *Escherichia coli* em superfície de aço inoxidável quando cultivada em caldo de vegetais a 7, 15 e 30 °C por 24 e 48 h. A espécie bacteriana testada foi *E. coli* ATCC 11229. Para o estudo de adesão bacteriana, 1 mL de caldo base de vegetais foi colocado dentro dos poços de uma microplaca de poliestireno de 24 poços contendo no fundo cupom de aço inoxidável. Esse sistema experimental foi incubado nas temperaturas de 7, 15 e 30 °C, e analisados após 24 e 48 h. Os resultados demonstraram que com aumento da temperatura e do tempo houve maior adesão, porém não houve formação de biofilme. Observou-se ainda que não houve diferença significativa entre as temperaturas de 15 e 30 °C. Com isso, conclui-se que *E. coli* tem capacidade de aderir em aço inoxidável quando imerso em caldo de vegetais a 7, 15 e 30 °C, e ainda que a temperatura e o tempo de incubação podem influenciar na adesão e formação de biofilme.

Palavras-chave: Bactéria patogênica. Biofilme. Caldo base de vegetais.

Introdução

O termo biofilme descreve a forma de vida microbiana séssil, caracterizada pela adesão de microrganismos em uma superfície e com a produção de substâncias poliméricas extracelulares (COSTA *et al.*, 2016). O processo de adesão e formação de biofilme depende das características do microrganismo, como presença de flagelo, fímbrias, pili, proteínas adesinas, lipopolissacarídeos, ácido lipoteicoico e cápsula; da superfície aderente e do meio envolvendo o microrganismo, como o pH, temperatura e tempo de agitação (CAIXETA, 2008).

¹Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

²Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa.

*aleciabarros@live.com

A formação de biofilme nas superfícies que processam alimentos é uma grande fonte de contaminação cruzada, pois os microrganismos aderidos ao biofilme podem se soltar durante a produção e contaminar os alimentos à medida que entram em contato com essas superfícies (SOUZA *et al.*, 2014), o que compromete a qualidade dos alimentos e pode gerar graves riscos a saúde dos consumidores.

Escherichia coli é um bacilo Gram-negativo facultativo pertencente à família Enterobacteriaceae, é mesófilo capaz de se desenvolver entre 7 e 46 °C. É um dos microrganismos mais comuns no trato gastrointestinal humano e animal (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Essa bactéria está relacionada com infecções persistentes de origem alimentar e apresenta padrão de adesão agregativa, podendo formar biofilme e facilitar a contaminação dos alimentos (SHEIKH *et al.*, 2001).

Com isso, este estudo teve como objetivo avaliar a adesão e formação de biofilme de *Escherichia coli* em superfície de aço inoxidável quando cultivada em caldo de vegetais a 7, 15 e 30 °C por 24 e 48 h.

Material e métodos

A cepa utilizada neste estudo foi *Escherichia coli* ATCC 11229, obtida da cultura bacteriana do Laboratório de Higiene e Microbiologia de Alimentos do Departamento de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

No ensaio de capacidade de adesão das células bacterianas foram utilizados cupons de aço inoxidável AISI 304 # 4 (10 mm x 10 mm x 1 mm). Antes do experimento, os cupons foram higienizados por meio de escovação empregando-se água e detergente neutro líquido, rinsados com água destilada e imersos em álcool etílico 70 % (v/v) por 1 h. Rinsados novamente com água destilada, secados ao ar e esterilizados a 121 °C/15 min (ROSSONI; GAYLARDE, 2000).

Como meio de cultivo foi utilizado um caldo a base de vegetais. Para preparação deste meio foi utilizado 300 g de uma mistura de vegetais (alface, tomate, cenoura, 1:1:1). Primeiramente, os vegetais foram higienizados com solução de dicloroisocianurato de sódio a 200 mg/L (m/v) por 15 min. Posteriormente, foram homogeneizados com 600 mL de água destilada esterilizada com auxílio de um misturador doméstico e filtrado à vácuo com papel de filtro Whatman nº 1. O filtrado foi esterilizado utilizando filtro Milipore 0,45 µm. O caldo obtido foi armazenado a - 20 °C em alíquotas de 10 mL e quando necessário foi descongelado sob refrigeração a 7 °C ± 1 °C e utilizado para os ensaios experimentais (MEIRA *et al.*, 2012). O caldo de vegetais foi caracterizado em relação às suas

características físico-químicas (umidade, proteína, gordura, carboidrato, cinzas, acidez e valor de pH) de acordo com os procedimentos descritos por IAL (2008).

A cultura bacteriana foi ativada em BHI a 30 °C por 24 h. Posteriormente, foi centrifugada a 9000 x g por 10 min e os pellets foram lavados com solução de cloreto de sódio a 0,85 % (m/v). As suspensões bacterianas foram preparadas por ressuspensão dos pellets em água peptonada a 0,1 % (m/v) e inoculada no meio de cultivo a base de vegetais de modo a obter uma concentração celular de 10⁵ UFC/mL.

Para o estudo de adesão bacteriana, 1 mL do caldo base de vegetais foi colocado dentro dos poços de uma microplaca de poliestireno de 24 poços contendo no fundo o cupom de aço inoxidável. Esse sistema experimental foi incubado nas temperaturas de 7, 15 e 30 °C por 24 h. A escolha destas temperaturas foi em relação a faixa de temperatura em que a *E. coli* pode se desenvolver. E ainda devido a temperatura comum usada para armazenar produtos vegetais, que é de 7 °C (MEIRA *et al.*, 2012).

Após esse período, os cupons foram rinsados com solução de cloreto de sódio a 0,85 % (m/v) e adicionado 1 mL do meio de cultivo sem inoculação nos poços contendo os cupons. Esse sistema foi mantido por mais 24 h nas temperaturas de estudo, totalizando 48 h de adesão bacteriana.

Para quantificação das células bacterianas aderidas, os cupons foram lavados com cloreto de sódio a 0,85 % (m/v) para retirada de células planctônicas e transferidos para 5 mL dessa mesma solução e submetidos a banho de ultrassom (frequência 40 kHz; Branson ®) por 10 min para desprendimento das células sésseis. Diluições decimais foram realizadas, plaqueamento em Ágar MacConkey e incubação a 25 °C por 24 h. Os resultados foram expressos em log UFC/cm².

Esse experimento foi conduzido segundo um delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Todas as análises estatísticas foram realizadas a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey utilizando o Sistema de Análises Estatísticas – SAS (2010).

Resultados e discussão

Os resultados para composição físico-química do caldo de vegetais, utilizado como meio de cultivo, estão apresentados na Tabela 1.

Para que a multiplicação de microrganismos seja possível, nutrientes como, água, fontes de energia, fonte de nitrogênio, vitaminas e minerais, devem estar disponíveis (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Assim, o caldo base de vegetais utilizado como meio de cultivo, possui as condições necessárias para a multiplicação de microrganismos.

De acordo com Herrera *et al.* (2007) utilizar líquidos e/ou meios sólidos a base de alimentos como substrato para avaliar o crescimento microbiano (na forma planctônica ou séssil) pode ser útil para obter resultados mais realistas do que o uso de meios laboratoriais.

Tabela1– Composição físico-química do caldo base de vegetais

Caldo base de vegetais	
Gordura (%)	0,04
Proteínas (%)	0,38
Carboidratos (%)	0,71
Cinzas (%)	0,19
Umidade (%)	98,68
pH (T= 24,9 °C)	5,16
Acidez (%)	0,89

Fonte: Dos autores, 2017.

Após 24 h de incubação, *E. coli* aderiu acima de 4 log UFC/cm² na superfície de aço inoxidável, em todas as temperaturas avaliadas (Tabela 2). Após 48 h, as contagens de células aderidas a 15 °C e 30 °C aumentaram significativamente ($p < 0,05$), enquanto que a 7 °C não houve um aumento significativo ($p > 0,05$). Observou-se que o aumento da temperatura e do tempo de incubação influenciaram na capacidade de adesão do microrganismo.

Tabela 2 – Adesão de *E. coli* em cupons de aço

Tempo (h)	Temperatura (°C)		
	7	15	30
24	4.28 ^{bA}	4.61 ^{aB}	5.47 ^{aB}
48	4.39 ^{bA}	6.32 ^{aA}	6.09 ^{aA}

Fonte: Dos Autores, 2017.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Resultado expresso em log UFC/cm²

Os vegetais crus quando mal higienizados e que não sofrem qualquer tipo de tratamento térmico, podem ser fontes de contaminação por microrganismos, como *E. coli*. Nesse estudo esse microrganismo demonstrou capacidade de adesão ao aço inoxidável em diferentes temperaturas. Em pesquisa realizada por Meira *et al.* (2012) ao avaliarem a adesão de *Staphylococcus aureus* em aço

inoxidável em temperaturas de 7 e 28 °C, utilizando um caldo base de vegetais como substrato, também encontraram uma contagem acima de 4 log UFC/cm².

Malheiros *et al.* (2010) em ensaios de aderência de *S. aureus* em superfícies de polietileno e aço inoxidável quando incubados em meio sintético, observaram aumento na contagem de células aderidas a 20 °C em comparação com temperaturas de incubação mais baixas (7, 10, 12 e 15 °C). Segundo Stepanovic *et al.* (2003) a diminuição na temperatura de incubação pode reduzir o crescimento bacteriano, mas também pode favorecer a produção de biofilme, porque as cepas são capazes de expressar componentes que não foram produzidos sob outras condições, como a produção de curli e celulose que ocorrem somente em temperaturas abaixo de 30 °C.

O conhecimento sobre o comportamento dos microrganismos em aderir em superfícies de processamento é muito importante para a inocuidade de alimentos e adequação dos processos de higienização para prevenir contaminação cruzada (LIMA *et al.*, 2015).

Conclusão

Com os resultados obtidos nesta pesquisa, foi possível observar que *Escherichia coli* tem capacidade de aderir em aço inoxidável quando imerso em caldo de vegetais a 7, 15 e 30 °C, e ainda que a temperatura e o tempo de incubação podem influenciar na adesão e formação de biofilme.

Referências

- CAIXETA, D. S. **Sanificantes químicos no controle de biofilmes formados por duas espécies de *Pseudomonas* em superfície de aço inoxidável.** 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- COSTA, K. A. D. *et al.* Formação de biofilmes bacterianos em diferentes superfícies de indústrias de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 71, n. 2, p. 75-82, 2016.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2008.
- HERRERA, J. J. R. *et al.* Adhesion and detachment kinetics of several strains of *Staphylococcus aureus* subsp. aureus under three different experimental conditions. **Food Microbiology**, v. 24, p. 585-591, 2007.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
- LIMA, P.G. *et al.* Formação de biofilmes de *Escherichia coli* produtora de toxina Shiga sorotipos O153:H25, O113:H21 e O111:H8 em superfície de aço inoxidável e eficácia de sanitizante. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 74, n. 2, p. 134 - 9, 2015.
- MALHEIROS, P. S. *et al.* Evaluation of growth and transfer of *Staphylococcus aureus* from poultry meat to surfaces of stainless steel and polyethylene and their disinfection. **Food Control**, v. 21, p. 298 – 301, 2010.

- MEIRA, Q. G. S. *et al.* Influence of temperature and surface kind on biofilm formation by *Staphylococcus aureus* from food-contact surfaces and sensitivity to sanitizers. **Food Control**, v. 25, p. 469-475, 2012.
- ROSSONI, E. M. M.; GAYLARDE, C. C. Comparison of sodium hypochlorite and peracetic acid as sanitising agents for stainless steel food processing surfaces using epifluorescence microscopy. **International Journal of Food Microbiology**, v. 61, n. 1 p. 81 – 85, 2000.
- SHEIKH, J. *et al.* Roles for Fis and Yafk in biofilm formation by enteroaggregative *Escherichia coli*. **Molecular Microbiology**, v. 41, p. 983 - 997, 2001.
- SOUZA, E. L. *et al.* Biofilm formation by *Staphylococcus aureus* from food contact surfaces in a meat-based broth and sensitivity to sanitizers. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 45, n. 1, p. 67–75, 2014.
- STEPANOVIC, S. *et al.* Influence of the incubation temperature, atmosphere and dynamic conditions on biofilm formation by *Salmonella* spp. **Food Microbiology**, v. 20, n. 3, p. 339 – 343, 2003.

Capítulo 16

Avaliação da microbiota e sanitização de esponjas utilizadas em unidades de alimentação de Montes Claros, MG

Alécia Daila Barros Guimarães^{*1}; Larissa Lorrane Rodrigues Borges²; Klinger Vinícius de Almeida³; Roberta Torres Careli⁴

Resumo

As esponjas utilizadas em unidades de alimentação podem ser veículo de contaminação cruzada por transferirem microrganismos patogênicos e/ou deteriorantes de superfícies de utensílios para os alimentos. Objetivou-se avaliar a eficiência de procedimentos de sanitização de esponjas utilizadas na higienização de utensílios e equipamentos de estabelecimentos comerciais de alimentação, analisar a microbiota presente e identificar *Escherichia coli* nas esponjas analisadas. As esponjas naturalmente contaminadas foram submetidas à quantificação de microrganismos presentes e a tratamentos de fervura por 5 min, hipoclorito de sódio 200 mg.L⁻¹ e hipoclorito de sódio submetido a sonicação por 20 min. A avaliação de presença e sobrevivência de microrganismos foi realizada quanto à contagem de bactérias mesófilas aeróbias (MA), coliformes a 45 °C (CF) e fungos filamentosos e leveduras (FL). Todas as amostras apresentaram contaminação inicial por MA, CF e FL. Uma das amostras estava contaminada por *Escherichia coli*, a qual foi identificada por análise proteômica com 99,9% de similaridade. Fervura foi o procedimento mais eficiente na redução da contagem inicial dos microrganismos avaliados, por isso, foi o procedimento recomendado para a higienização das esponjas.

Palavras-chave: *Escherichia coli*. Contaminação cruzada. Desinfecção química. Desinfecção física.

Introdução

As doenças veiculadas por alimentos ainda continuam frequentes, podendo apresentar um elevado risco a saúde do consumidor. Um dos fatores mais importantes que podem contribuir para o

¹ Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

² Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa.

³ Mestrando em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina.

⁴ Professor Associado, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*aleciabarros@live.com

aumento dessas doenças em serviços de alimentação é a contaminação cruzada. Este termo é utilizado para referir-se à transferência de microrganismos de alimentos contaminados para outro alimento, através de superfícies ou utensílios contaminados (ICMSF, 2015). Essa contaminação pode ser oriunda de manipuladores, ambiente de produção, equipamentos, móveis e utensílios (GREIG; RAVEL, 2009).

As esponjas utilizadas na limpeza de superfícies e utensílios possuem condições que favorecem o crescimento de microrganismos, pois apresentam pequenos orifícios que facilitam a retenção de restos alimentares e umidade. Devido a essas condições, as esponjas podem ser veículo de contaminação cruzada por transferirem microrganismos patogênicos e/ou deteriorantes de superfícies para os alimentos (ROSSI *et al.*, 2012).

As esponjas podem estar contaminadas por algumas espécies bacterianas patogênicas como, por exemplo, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp. Esses patógenos podem permanecer nas superfícies por horas ou dias após a contaminação, podendo contaminar os alimentos e provocar surtos alimentares (KUSUMANINGRUM *et al.*, 2003). Por esses motivos, métodos de desinfecção de esponjas utilizadas em unidades de alimentação, devem ser adotados a fim de diminuir a contaminação microbiológica e reduzir o risco de contaminação cruzada (ROSSI *et al.*, 2012).

Escherichia coli é um bastonete Gram-negativo, anaeróbico facultativo, pertence à família Enterobacteriaceae, mesófilo capaz de se desenvolver entre 7 e 46 °C, tendo temperatura ótima de 37° C. É uma espécie patogênica muito comum em surtos alimentares (ICMSF, 2015).

Com isso, esta pesquisa objetivou avaliar a eficiência de procedimentos físicos e químicos de sanitização de esponjas utilizadas na higienização de utensílios e equipamentos de estabelecimentos comerciais de alimentação localizados na cidade de Montes Claros, MG. Além disso, objetivou analisar a microbiota presente e identificar *Escherichia coli* nas esponjas analisadas.

Material e métodos

Foram coletadas 20 esponjas de poliuretano em unidades de alimentação na cidade de Montes Claros – MG, tais como: restaurantes, bares, lanchonetes e padarias, com tempos de utilização diferentes. As esponjas foram acondicionadas em sacos plásticos esterilizados e transportadas a 6 °C ± 2 °C, em caixas de isopor, para o Laboratório de Microbiologia do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG.

As esponjas (110 mm x 75 mm x 15 mm) foram cortadas assepticamente em quatro partes iguais para aplicação dos seguintes tratamentos: (a) fervura por 5 min em 200 mL de água destilada

esterilizada; (b) imersão em 200 mL de solução de hipoclorito de sódio a 200 mg/L por 20 min, e (c) imersão em 200 mL de solução de hipoclorito 200 mg/L submetido à sonicação (QUIMIS®, Q335D) por 20 min. Os procedimentos (b) e (c) foram realizados a $28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para a neutralização do hipoclorito de sódio, as amostras foram imersas em tiosulfato de sódio a 0,25 % por 20 min. Para verificar a contaminação microbiológica inicial de cada esponja, a parte restante foi analisada sem nenhum tipo de tratamento.

A microbiota das amostras foi analisada quanto à presença de bactérias mesófilas aeróbias (MA), fungos filamentosos e leveduras (FL) e coliformes a $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, conforme metodologias descritas por Evancho *et al.* (2001). Os resultados foram expressos em log UFC/esponja.

Após as análises das esponjas quanto à presença de coliformes a $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, os tubos contendo caldo *Escherichia coli* (HIMEDIA®, Mumbai, Índia) considerados positivos, ou seja, aqueles que apresentaram turvação e produção de gás após 24 h foram utilizados para o isolamento da espécie *E. coli*. O isolamento consistiu na retirada de uma alçada das amostras presentes nesses tubos, seguido de esgotamento em placas com Ágar Eosina Azul de Metileno (HIMEDIA®, Mumbai, Índia) pela técnica de estriamento. Estas placas foram incubadas a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 h, com posterior observação do desenvolvimento de colônias nucleadas com centro preto com brilho metálico, típicas de *E. coli*. Cinco colônias típicas foram selecionadas e incubadas em tubos de ensaio contendo meio Rugai Modificado para triagem bioquímica presuntiva inicial conforme metodologias descritas por Pessoa e Silva (1972). O procedimento consistiu na inoculação de uma colônia típica com o auxílio de alça bacteriológica. A alça foi introduzida até a parte inferior do tubo e ao retirá-la, semeou-se a superfície do meio realizando estria simples. As colônias bioquimicamente compatíveis com *E. coli* foram submetidas à análise molecular.

Para identificação de cepas isoladas realizou-se análise proteômica seguindo o protocolo de extração padrão adaptado de Freiwald e Sauer (2009). Uma alçada de cultura bacteriana pura foi ressuspensa em 1,2 mL de solução de etanol 75 %. A amostra foi centrifugada e o sobrenadante foi removido. Foi adicionado 50 μL de acetronitrila, ácido 11 fórmico e água (50:35:15 v/v) ao pellet formado, o qual sofreu agitação em vortéx durante 1 min para extração de células. Foi realizada uma segunda centrifugação e 0,3 μL de sobrenadante foi depositado em uma placa com três poços e este foi seco em temperatura ambiente. Adicionou-se 0,3 μL de uma solução saturada de alpha-ciano-4-ácido-hidroxicianídrico, acetronitrila, água e ácido trifluoroacético TFA (50:47:5:2,5 v/v). A análise por Matrix-assisted laser desorption/ionization - time of flight – mass spectroscopy (MALDI-TOF MS) foi realizada segundo Dusková *et al.* (2012), utilizando Microflex TM MALDI-TOF MS (BrukerDaltonics, Billerica, Massachusetts, EUA). As identificações foram expressas por BioTyper

Log (scores), indicando a similaridade da cepa desconhecida por MALDI TOF MS com o perfil disponível em bancos de dados.

O experimento foi conduzido segundo um Delineamento Inteiramente Casualizado com vinte repetições, sendo cada esponja equivalente a uma repetição. Realizou-se análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, considerando a significância de 5% no programa estatístico SISVAR (2011).

Resultados e discussão

As esponjas analisadas apresentaram contaminação média inicial por MA de 6,72 log UFC/esponja (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Kusumaningrum *et al.* (2002). Esses autores encontraram contagens de MA de 6,00 log UFC/esponja em esponjas usadas em cozinhas na Holanda. Com o emprego dos tratamentos, houve redução desta carga microbiana inicial. Em esponjas submetidas à solução de hipoclorito de sódio a 200 mg/L, observou-se uma contagem média de MA de 5,59 log UFC/esponja, e à hipoclorito de sódio a 200 mg/L associado à sonicação, a contagem média foi 5,36 log UFC/esponja. Verificou-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre esses dois tratamentos químicos (Tabela 1). No tratamento com fervura, a contagem média de MA obtida foi de 2,36 log UFC/esponja, com redução de 4,36 log UFC/esponja em relação à contaminação encontrada sem nenhum tipo de tratamento. Observou-se que a aplicação de fervura foi o procedimento mais eficiente ($p > 0,05$) na redução da contaminação por MA (Tabela 1).

Na análise de FL, a contagem inicial obtida foi 6,11 log UFC/esponja (Tabela 1). Não foi observada eficiência na aplicação dos tratamentos com hipoclorito 200 mg.L⁻¹ e hipoclorito 200 mg.L⁻¹ com sonicação quando comparados à contagem inicial de FL ($p > 0,05$). Contudo, após o processo de fervura, obteve-se uma redução média significativa ($p < 0,05$) com contagem média de FL de 3,67 log de UFC/esponja (Tabela 1).

Todas as esponjas analisadas apresentaram contaminação por Coliformes a 45 °C. A contaminação inicial encontrada foi 3,58 log UFC/esponja. Esse resultado foi similar ao encontrado por Ojima *et al.* (2002), os quais reportaram que a maior parte das esponjas coletadas no Japão, apresentaram contaminação por coliformes. Houve redução da carga microbiana inicial após a aplicação dos tratamentos com hipoclorito de sódio 200 mg.L⁻¹ associado a sonicação e fervura (Tabela 1), com contagens de 2,80 e 0,47 log UFC/esponja ($p < 0,05$), respectivamente. Entretanto, o tratamento com hipoclorito de sódio 200 mg.L⁻¹ não foi eficiente na redução da carga de Coliformes a 45 °C com

contagem de 3,04 log UFC/esponja ($p > 0.05$). Dos procedimentos utilizados, observou-se que a fervura foi o procedimento que mais reduziu ($p < 0,05$) a carga de coliformes nas esponjas (Tabela 1).

Tabela 1 – Contagens de microrganismos, expressas em log UFC/esponja, em amostras de esponjas coletadas em unidades de alimentação, antes e após tratamentos químicos e físicos de sanitização

Microrganismos (Log UFC/esponja)	Tratamentos			
	Controle	Hipoclorito de sódio 200 mg.L ⁻¹	Hipoclorito de sódio 200 mg.L ⁻¹ e sonicação	Fervura
Mesófilos aeróbios	6,72 ^a ± 1,06	5,59 ^b ± 0,95	5,36 ^b ± 1,35	2,36 ^c ± 0,89
Fungos filamentosos e leveduras	6,11 ^a ± 1,23	5,46 ^a ± 1,24	5,31 ^a ± 1,13	2,44 ^b ± 0,77
Coliformes a 45 °C	3,58 ^a ± 1,07	3,04 ^{ab} ± 0,85	2,80 ^b ± 0,67	0,47 ^c ± 0,00

Fonte: Dos Autores 2019.

Nota: Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Dentre os procedimentos de sanitização utilizados, constatou-se que o método físico de fervura foi o mais eficiente na redução de MA, FL e CF, presentes na microbiota das esponjas. Esses resultados corroboram com os encontrados por Rossi *et al.* (2012).

Apesar de não existirem padrões microbiológicos para esponjas, a Portaria 78/2009, publicada pela Secretaria Estadual de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul (BRASIL, 2009) afirma que esponjas de limpeza quando utilizadas em superfícies que entram em contato com alimentos, devem ser sanitizadas diariamente, por fervura em água, por no mínimo 5 min ou outro método adequado. Contudo, não foi divulgado nenhum embasamento científico desse procedimento.

Após resultados de Coliformes a 45 °C positivos para a triagem bioquímica, constatou-se que uma cepa isolada em estudo foi identificada por análise proteômica como *Escherichia coli* com 99,9% de similaridade com o perfil disponível no banco de dados. A presença dessa espécie é preocupante,

visto que, a identificação de *E. coli* em um utensílio utilizado em unidades de alimentação pode ocasionar contaminação cruzada por uma bactéria patogênica.

Conclusão

A fervura foi o procedimento mais eficiente de sanitização por ter provocado redução de todos os microrganismos avaliados nas esponjas. A microbiota das esponjas foi composta de MA e FL com concentrações acima de 6,00 log UFC/esponja. Além disso, o grupo coliforme a 45 °C estava presente nestes utensílios de limpeza e foi possível identificar um isolado de *E. coli*. A presença desta espécie em esponjas é preocupante, visto que é um microrganismo patogênico envolvido em surtos alimentares e pode ser transferido para outros utensílios durante a higienização dos mesmos. Dessa forma, faz-se necessário a fervura de esponjas utilizadas nas unidades de alimentação.

Referências

- BRASIL, Portaria n. 78 de 28 de janeiro de 2009 da Secretaria Estadual de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul, Aprova a Lista de Verificação em Boas Práticas para Serviços de Alimentação, Aprova as Normas Para os Cursos de Capacitação em Boas Práticas Para Serviços de Alimentação e dá Outras Providências. **Diário Oficial da União**, Porto Alegre, RS, 2009.
- DUSKOVÁ, M.; *et al.* Identification of *lactobacilli* isolated from food by genotypic methods and MALDI-TOF MS. **Int. J. Food Microbiology**, v. 159, p. 107–114, 2012.
- EVANCHO, G. M. *et al.* Microbiological Monitoring of the Food Processing Environment. In: DOWNES, F. P., ITO, K. (Ed). **Compendium methode for the microbiological examination of foods**. 4thed Washington: APHA, 2001. cap. 3, p. 25-35.
- FREIWALD, A.; SAUER, S. Phylogenetic classification and identification of bacteria by mass spectrometry. **Nature Protocols**, v. 4, p. 732-742, 2009.
- GREIG, J. D.; RAVEL, A. Analysis of foodborne outbreak data reported internationally for source attribution. **International Journal of Food Microbiology**, v. 130, n. 2, p. 77-87, 2009.
- ICMSF. **Microrganismos em alimentos 8**: utilização de dados para avaliação do controle de processo e aceitação de produto. São Paulo: Blucher, 2015. 536 p.
- KUSUMANINGRUM, H. D. *et al.* Effects of dishwashing liquid on foodborne pathogens and competitive microorganisms in kitchen sponges. **Journal of food protection**, v.65, n.1, p. 61-65, 2002.
- KUSUMANINGRUM, H. D. *et al.* Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfaces cross-contamination to foods. **International Journal of Food Microbiology**. v. 25, n. 3, p. 227-236, 2003.
- OJIMA, M. *et al.* Hygiene measures considering actual distributions of microorganisms in japanese households, **Journal of Applied Microbiology**, v. 93, p. 800-809, 2002.
- PESSOA, G. V. A.; SILVA, E. A. M. Meios de Rugai e lisina-motilidade combinados em um só tubo para a identificação presuntiva de enterobactérias. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 32, p. 97-100, 1972.

ROSSI, E. M. *et al.* Microbiological contamination and disinfection procedures of kitchen sponges used in food services. **Food and Nutrition Sciences**, v. 3, p. 975-980, 2012.

Capítulo 17

Efeitos da radiação gama na cinética da *Salmonella enterica* e parâmetros de qualidade em carne moída bovina.

Hugo José Martins Carvalho*¹; Poliana Mendes de Souza²

Resumo

A carne moída é um produto amplamente utilizado justificado por ser fonte de nutrientes, além do seu baixo custo. Em função de suas características, a carne moída constitui um meio propício para o crescimento de microrganismos, sendo necessário assegurar sua qualidade. Pesquisas utilizando a radiação gama demonstram que essa tecnologia é uma das opções mais convenientes para melhorar a qualidade microbiológica de alimentos. Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de investigar a potencial aplicação da radiação gama no tratamento de carne moída bovina, além da dose de radiação gama ótima. Foram efetuadas análises microbiológicas para garantir a inativação da *Salmonella* pela irradiação Gama. Posteriormente foi avaliado a influência de diferentes doses de radiação para a *Salmonella e.* inoculada na mesma e parâmetros de qualidade (pH e Umidade). Os resultados mostraram que a dose de 10 kGy foi a mais eficiente no combate a *Salmonella e.* Nos parâmetros de qualidade, as amostras não demonstraram diferença significativa entre si. Concluiu-se que a radiação gama na dose de 10 kGy é a mais efetiva, configurando como método promissor no tratamento da carne moída, visto que o processo não alterou significativamente as características físico-químicas, reduzindo a carga microbiana a níveis aceitáveis.

Palavras-chave: radiação gama, tecnologias emergentes, carnes bovinas, tecnologia de alimentos, radiação ionizante.

Introdução

Atualmente o Brasil é considerado um dos principais destaques no mercado internacional, estando incluído como um dos os maiores produtores de carnes do mundo, (CONAB, 2016) sendo

¹Discente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

²Doscente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

email: hugoarican@gmail.com*¹

poliana.souza@ict.ufvjm.edu.br*²

resultado de décadas de investimento em tecnologia que elevou não só a produtividade como também a qualidade do produto brasileiro, tornando-o competitivo perante o mercado internacional. Segundo Gomes, Feijó e Chiari (2017) em 2015 o Brasil se posicionou como o maior rebanho bovino (209 milhões de cabeças) tendo abatido mais de 39 milhões de cabeças e, em termos de produto interno bruto, representa 6% do PIB brasileiro ou 30% do PIB do Agronegócio.

Contudo, a qualidade da carne bovina comercializada, tem representado uma das principais preocupações, principalmente para os consumidores mais exigentes. Devido sua composição nutricional, alta atividade de água (A_w) e pH neutro, fazem da carne um meio propício ao desenvolvimento de micro-organismos patogênicos e deteriorantes, sendo prejudiciais à saúde do consumidor e reduzindo a vida de prateleira do produto (SANTOS *et al.*, 2017).

A carne moída bovina por ser de fácil preparo e baixo custo é um dos produtos mais consumidos e comercializados no país. O que têm se tornado motivo de preocupação, pois o produto pode chegar a altos níveis de contaminação, por ser produto de manipulação excessiva, ter uma grande área superficial e entrar em contato com várias equipamentos e superfícies, associado a condições higiênico-sanitárias ruins, comprometendo sua qualidade e segurança (SANTOS *et al.*, 2017).

No que condiz as novas tecnologias aplicadas em alimentos, muitas proporcionam a destruição de micro-organismos patogênicos e deteriorantes, além de conferirem ao alimento uma maior vida de prateleira, promovendo alterações mínimas em sua estrutura biológica, características sensoriais e nutricionais e reduzir a utilização de aditivos químicos (LEISTNER; GORRIS, 1995). Entre as tecnologias emergentes em destaque está a radiação ionizante.

A radiação de alimentos consiste em expor os mesmos a partículas carregadas de alta energia, tais como elétrons e raio gama, exemplos de radiação ionizante. Em alimentos, a técnica mais utilizada baseia-se no uso de uma faixa específica da energia eletromagnética conhecida como radiação ionizante com raios gama. A radiação gama é um dos tratamentos mais estudados e avaliados em todo o mundo, e visa esterilizar ou reduzir a contaminação de micro-organismos patogênicos e deteriorantes. Neste processo, apenas os raios gama entram em contato com o produto sem qualquer risco de contaminação radioativa (NEVES; MANZIONE; VIEITES, 2002).

Levando em consideração a relevância social, nutricional e econômica do consumo de carne moída no país, bem como a manutenção de sua qualidade até chegar ao consumidor, este estudo teve por objetivo investigar o efeito da radiação gama sobre a cinética de inativação de *salmoella* e parâmetros de qualidade (umidade e pH) da carne moída bovina comercializada em estabelecimento comercial da cidade de Diamantina - MG.

Material e métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), para realização do estudo microbiológico.– Campus Diamantina- MG.

Obtenção e Preparo das Amostras

As amostras de carne moída bovina foram derivadas do patinho (parte traseira do boi, um corte magro e com pouca gordura), adquiridas de estabelecimento comercial no município de Diamantina - MG. Em seguida as amostras foram imediatamente refrigeradas a temperatura entre (4 °C - 5 °C) e levadas até o laboratório Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), para realização da inoculação.

Preparo do inóculo e inoculação das amostras

A partir da cultura de estoque de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* Ser. *enteritidis* (ATCC 13076), obtida na UFVJM, foi realizada a ativação a temperatura ambiente e incubação em 3ml de caldo nutritivo.

Foram utilizados 0.5ml do inóculo na carne moída. As amostras de carne moída inoculadas foram colocadas em bolsas de 25g e transportadas refrigeradas (5 -7°C) até o Laboratório de Radiação Gama (LIG) do Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN) em Belo Horizonte/Minas Gerais, para o tratamento com radiação gama. Foi utilizado Irradiador Panorâmico Múltipropósito de Categoria II, fabricado pela MDS Nordion no Canadá, Modelo IR-214 e tipo GB-127, equipado com uma fonte de Cobalto-60 estocada a seco. As amostras foram expostas às seguintes doses: 1,0 kGy, 2,0 kGy, 3,0 kGy, 4,0 kGy, 5,0 kGy, 6,0 kGy, 7,0 kGy, 8,0 kGy, 9,0 kGy e 10 kGy com taxa de dose de 1,2 kGy/hora.

As amostras controle (não irradiadas) foram mantidas nas condições que as amostras irradiadas. Foram realizadas 3 repetições para cada dose aplicadas no micro-organismo estudado. As análises físico-químicas compreenderam Umidade e pH. As amostras foram expostas à seguinte dose: 10 kGy com taxa de dose de 1,2 kGy/hora. As amostras controle (não irradiadas) foram mantidas nas

condições que as amostras irradiadas. Foram realizadas 3 repetições com o micro-organismo estudado. Todas as análises foram realizadas de acordo com os Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo realizadas em triplicata.

Enumeração da população de micro-organismos sobreviventes

A contagem de *Salmonella enterica* foi feita por plaqueamento em superfície em ágar PCA (Plate Count Agar), incubação a 36 °C por 48 horas e posterior contagem, o resultado foi expresso em Log (UFC/mL) (TORQUATO, 2007). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Como o meio PCA utilizado não é seletivo para a *Salmonella e.* foram feitas placas de contagem total para descartar a contaminação inicial.

A determinação da umidade foi realizada com secagem em estufa a 105°C. Para as medições de pH foi utilizado um medidor digital, inserindo-se o eletrodo diretamente nas amostras.

A fim de verificar se houve diferença significativa entre os resultados aplicou-se a análise de variância ANOVA e entre as médias das variáveis de resposta ao teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Resultados e discussão

Na Tabela 1 são apresentadas as contagens de micro-organismos sobreviventes em função das doses de radiação gama empregadas.

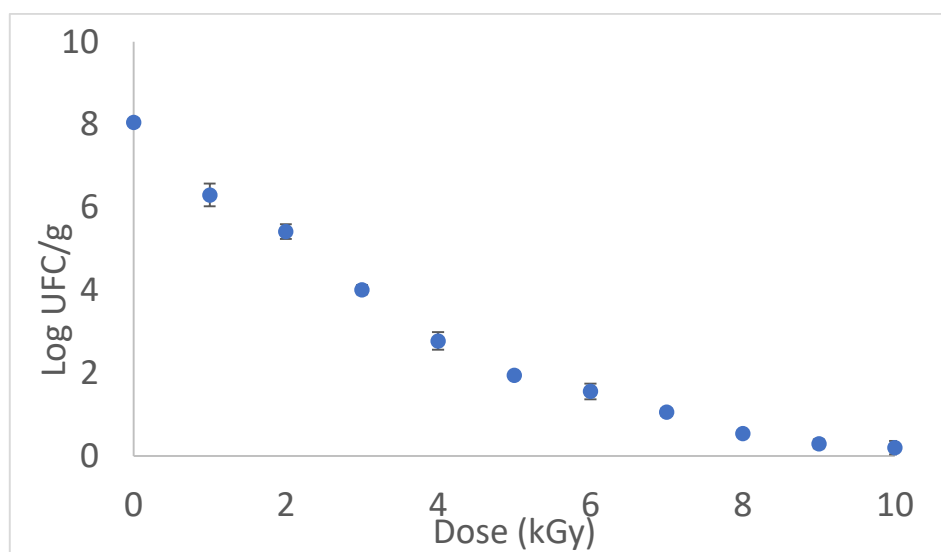
Os resultados experimentais demonstrados na Tabela 1 e na Figura 1, inferem um efeito significativo ($p < 0,05$) das doses de radiação gama sobre a população de *Salmonella enterica* presente. Onde quanto maior a dose aplicadas, maior a inativação desse micro-organismo. As variações significativas incluem as amostras nas doses de 1K Gy, 4K Gy, 6K Gy, onde notou-se uma maior variação na redução da população do micro-organismos em questão das amostras aplicas a estas doses em específico, onde uma possível justificativa seria a maior suscetibilidade deste micro-organismo para estas doses.

Tabela 1 – Contagem de *Salmonella enterica* em amostras de carne moída irradiadas.

Dose (kGy)	População de micro-organismos sobreviventes (Log UFC/ml)*	
	<i>Salmonella enterica</i>	<i>Salmonella enterica</i>
Controle	8,06 ± 0,10	
1	6,30 ± 0,27	6
2	5,42 ± 0,18	7
3	4,02 ± 0,11	8
4	2,78 ± 0,21	9
5	1,95 ± 0,04	10
		1,56 ± 0,19
		1,06 ± 0,08
		0,54 ± 0,05
		0,29 ± 0,11
		0,20 ± 0,16

*Valores expressos em média ± desvio padrão.

Figura 1 – Curva de inativação para *Salmonella enterica* em função da aplicação de doses de radiação gama.



Fonte: Próprio autor, 2019.

De acordo com Murano (1995) quanto maior a dose aplicada, menor o número de micro-organismos sobreviventes. Dessa forma, se uma dada dose elimina 1 ciclo logarítmico (log), o dobro desta dose eliminará 2 log de micro-organismos.

Com a aplicação de dose de 10 kGy, se comparada a amostra de controle, pode-se observar redução de quase 8 ciclos logarítmicos para a *Salmonella enterica*. O que confirma a eficiência do uso de raios gama para redução de carga microbiana na carne moída.

Em relação a inativação da população microbiana, a eficiência do tratamento sobre os micro-organismos depende de vários fatores: o número de micro-organismos (quanto maior a quantidade de micro-organismos presentes no alimento maior será a dose de radiação exigida), a composição do alimento, a presença ou ausência de oxigênio, a condição do micro-organismo e a radioresistência do micro-organismo (FRANCO e LANDGRAF, 2008). A *Salmonella enterica*, apresentou uma contagem inicial da ordem de 8 log. A aplicação de 1 kGy foi suficiente para reduzir a contagem de em 1,76 log deste micro-organismo.

As bactérias gram-negativas são geralmente mais sensíveis que as gram-positivas à radiação, e dentre os patógenos gram-negativos, a *Salmonella e.* é a mais resistente, logo, qualquer processo de radiação que promova sua eliminação também eliminará as outras bactérias gram-negativas patogênicas (JAY, LOESSNER; GOLDEN, 2005; WORCMAN-BARNINKA; LANDGRAF, 2006).

O número de micro-organismos influencia na radiação, ou seja, quanto maior o número de células, menor a eficiência de uma certa dose, bem como qual dose será aplicada (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Tabela 2 – Influência da radiação gama sobre parâmetros de qualidade em amostras de carne moída irradiadas.

Dose (kGy)	pH	Umidade
Controle	5,77 ± 0,09	63,24 ± 0,07
10	5,75 ± 0,07	63,70 ± 0,91

Fonte: Próprio autor, 2019.

Os resultados experimentais demonstrados na Tabela 2, inferem que não há efeito significativo ($p < 0,05$) das doses de radiação gama sobre os parâmetros de qualidade pH e Umidade avaliados em amostras de carne moída irradiadas. Segundo Mariano (2004) que estudou os efeitos da radiação gama na conservação de carne bovina refrigerada os parâmetros de pH e Umidade mostraram-se inalterados, não apresentando diferença significativas entre as amostras estudadas.

Conclusão

A radiação gama foi eficiente na redução de micro-organismos inoculados na carne moída, mostrando redução quase 8 ciclos logarítmicos para a *Salmonella e.* com a aplicação de dose de 10 kGy.

A radiação gama pode ser usada como tratamento no combate a micro-organismos. Estudos futuros devem investigar as características de qualidade da carne moída durante o tratamento com radiação gama em dose ótima.

Não foram observadas diferenças significativas da radiação aplicados a carne moída bovina em relação aos parâmetros de qualidade analisados.

A utilização de novas tecnologias no controle de microorganismos patogênicos e deteriorantes em alimentos deve ser avaliada quanto sua eficiência na descontaminação, estimando os parâmetros ótimos de processamento.

Agradecimentos

Agradeço a UFMG e a UFVJM pelos espaços físicos cedidos, a Dr.a Pr. Poliana Mendes pelo auxílio e cooperação.

Referências

- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectiva para a agropecuária** v.4. Brasília: Conab, 2016.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São. Paulo: Ed. Atheneu, 2008. 182 p.
- GOMES, Rodrigo da Costa; FEIJÓ, Gelson Luiz Dias; CHIARI, Lucimara. **Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2017. 4 p.
- JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. (Eds.). **Modern food microbiology**. 7th ed. New York: Springer, 2005. p. 371-390.
- LEISTNER, L.; GORRIS, L. G. .Food preservation by hurdle technology. **Food Science & Technology**, v. 6, p. 41–45, 1995.
- MARIANO, Carlos Otavio. **Efeitos da radiação gama na conservação da carne bovina refrigerada**. Tese (Doutorado em Ciências) Centro de Energia Nuclear na Agricultura CENA, USP, Piracicaba, 2004.
- MURANO, E.A. Irradiation of fresh meats. **Food Technology**. Chicago, v.49, n.12, p.52–54, 1995.
- SANTOS *et al.* .**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE MOIDA BOVINA COMERCIALIZADA EM AÇOUGUES E SUPERMERCADOS NA CIDADE DE PARAÍSO**

DO TOCANTINS. VIII JICE, Jornada de Iniciação Científica e Extensão JICE. Instituto federal do Tocantis. ISSN 2179-5649, 2017.

TORQUATO F. P. L. Sensibilidade de *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* à desinfecção com luz natural e artificial: avaliação da capacidade de reativação bacteriana. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, 2007.

NEVES, L.C.; MANZIONE, R.L.; VIEITES, R.L. Radiação gama na conservação pós-colheita da nectarina (*Prunus pérsica* var. *nucipersica*) frigoconservada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 676- 679, 2002.

WORCMAN-BARNINKA, D.. **Microbiologia de carne irradiada.** In: **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**, Varela: São Paulo, 2006. p.147–154.

Capítulo 18

Presença do gene *blaZ* em isolados de *Staphylococcus aureus* resistentes a Beta-lactâmicos provenientes de leite e queijo

Laura Francielle Ferreira Borges*¹; Ester Dias Xavier²; Edmara Andrade Macedo Cruz³; Cintya Neves de Souza⁴; Geziella Aurea Aparecida Damasceno Souza⁵; Demerson Arruda Sanglard⁶

Resumo

Responsável por grandes perdas econômicas relacionadas à produção de leite, a mastite bovina possui como um de seus principais causadores da doença a bactéria *Staphylococcus aureus*. Para seu controle são utilizados diversos antibióticos, destacando-se o da classe de beta-lactâmicos, que quando aplicados de maneira indiscriminada podem levar seus resíduos para o leite e conferir resistência bacteriana. Assim, objetivou-se rastrear o gene *blaZ* responsável pela resistência a beta-lactâmico em *S. aureus*. Vinte e um *S. aureus* resistentes a beta-lactâmicos oriundos de leite de vacas com mastite subclínica, e três provenientes de amostras de queijo, foram submetidos à verificação da presença do gene de resistência a penicilina (beta-lactâmicos) *blaZ*, por meio da técnica de PCR (Reação em Cadeia da Polimerase). O gene *blaZ* com amplicons de 377 pares de bases esteve presente em 25% das bactérias. O *blaZ* é um dos genes responsáveis pela produção de beta-lactamase, enzima que atua na degradação do anel beta-lactâmico do antibiótico, sendo responsável pela resistência bacteriana. Os resultados sugerem que o gene *blaZ* conduz a resistência de bactérias da espécie *S. aureus* aos antibióticos beta-lactâmicos, porém não é a única forma de detecção genotípica dessa resistência, sendo necessário novas pesquisas de rastreamento de outros genes ou outros mecanismos de resistência microbiana.

Palavras-chave: Beta-lactâmico. Gene de Resistência. PCR.

¹Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

²Graduanda Zootecnia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

³Graduanda Zootecnia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

⁴Técnica em Laboratório, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

⁵Mestranda em Produção Animal, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

⁶Docente, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

*Autor para correspondência: lauraborges4@outlook.com

Introdução

Ocasionalmente severas perdas econômicas para a indústria de laticínios, a mastite bovina tem como um dos principais patógenos a bactéria *Staphylococcus aureus*. Para o controle da doença, são utilizados diversos antibióticos, que utilizados de maneira indiscriminada podem gerar bactérias resistentes com potencial de transferência dessa resistência para outras bactérias, incluindo espécies diferentes.

A maioria dos antibióticos que a bactéria *S. aureus* é resistente pertence à classe dos beta-lactâmicos. Os beta-lactâmicos são uma extensa classe de antibióticos, o qual inclui a penicilina e seus derivados que contêm um anel beta-lactâmico em sua estrutura molecular. Estes medicamentos agem por meio da inibição da síntese da parede celular das bactérias, impedindo a ligação cruzada dos peptidoglicanos, substância que confere proteção ao microrganismo (LEE *et al.*, 2012).

O principal mecanismo de resistência bacteriana a estes antibióticos é através da produção de beta-lactamases, que são enzimas que atuam degradando o antimicrobiano através de uma reação de hidrólise, sendo o gene *blaZ* o responsável pela produção destas enzimas (MACEDO *et al.*, 2005).

A resistência bacteriana aos mais diversos antimicrobianos tem se tornado recorrente e leva a dificuldades no tratamento de enfermidades comuns, sendo assim uma grande preocupação a saúde tanto dos animais quanto dos consumidores de seus produtos (PEREIRA; SCUSSEL, 2017).

O objetivo do presente estudo foi através de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), detectar a presença do gene *blaZ* em *S. aureus* provenientes de leite e queijo.

Material e métodos

Vinte e quatro isolados da bactéria *Staphylococcus aureus* resistentes a diversos antibióticos da classe dos beta-lactâmicos (21 provenientes de amostras de leite de vacas com mastite subclínica e 3 amostras isoladas de queijos), previamente identificados por meio da técnica de PCR (OLIVEIRA *et al.*, 2016; XAVIER *et al.*, 2017) foram ativados em meio TSB e submetidos à extração de DNA pelo método de digestão por proteinase K, seguidas por fenol-clorofórmio conforme protocolo proposto por Gu *et al.*, (2004) e analisados quanto a presença do gene *blaZ*.

Para o rastreamento do gene *blaZ* de resistência a beta-lactâmicos, foram utilizados os primers *blaZF* 5'-TTAAAGTCTTACCGAAAGCAG-3' e *blaZR* 5'-TAAGAGATTTGCCTATGCTT-3', sintetizados pela *Integrad DNA Technology USA* (OLSEN *et al.*, 2006; BAGCIGIL *et al.*, 2012). O controle dos testes foi utilizado a cepa padrão *Staphylococcus aureus* ATCC 43300. As reações foram

realizadas em um mix contendo 3,5µl MgCl₂, 1,0µl DNTP, 0,1µl Taq polimerase Ludwig, 12,9µl H₂O estéril, 1,0µl de cada *primer*, 2,5µl Tris e 3µl de cada DNA bacteriano (50ng/µL), totalizando um volume final de 25,0µl. As condições do termociclador foram utilizadas conforme proposto por Olsen *et al.*, 2006 e Bagcigil *et al.*, 2012 com modificações. A eletroforese do produto da amplificação foi realizada em gel de agarose a 1,5% corado com gel rede os resultados fotodocumentados.

Resultados e discussão

O gene *blaZ* esteve presente em 25% dos *Staphylococcus aureus* resistentes a beta-lactâmicos avaliados. As pequenas diferenças no padrão (tamanho) das bandas quando comparadas ao controle ocorrerem devido a presença de pequenas mutações que podem estar presentes (Figura 1). Porém essa diferença não determina a possibilidade de outro gene que não o *blaZ*.

Figura 1 - PCR para identificação do gene *blaZ* sobre as amostras de *Staphylococcus aureus* isoladas de leite mastítico e queijos.



Legenda: M: Marcador de massa molecular DNA de 100 pares de base (Cellco); Linhas 1 a 21: *S. aureus* provenientes de leite. Linha 22 a 24: *S. aureus* provenientes de amostras de queijo. A linha C+ representa o controle positivo (*S. aureus* ATCC 43300). Gel de agarose a 1,5%.

Fonte: Dos autores, 2019.

A resistência fenotípica previamente detectada nos isolados de *S. aureus* avaliados não está necessariamente ligada a presença do gene *blaZ*, pois não foram todos os isolados que apresentaram

a amplificação de 377pb correspondente ao gene *blaZ*. Martini *et al.* (2017), em seu estudo de caracterização da resistência de *S. aureus* aos antimicrobianos penicilina e tetraciclina, também não encontraram o gene *blaZ* em todos os seus isolados, mas em mais de 90% deles. Já Ferreira *et al.* (2017) detectou o gene em todos os seu isolados de *S. aureus* fenotipicamente resistentes a penicilina.

Quando se trata de resistência a antibióticos, um dos fatores a ser observado, é a presença de genes de resistência nos micro-organismos presentes, que por ventura podem ser expressos e vir a bloquear a ação dos produtos (VIEIRA *et al.*, 2018). A baixa porcentagem de positivos para o gene *blaZ* neste experimento indica que pode-se haver outros genes responsáveis pela resistência bacteriana aos antibióticos beta-lactâmicos.

A resistência fenotípica previamente detectada nos isolados de *S. aureus* pode além de outros genes, também ter sido causada por pontos de mutação ou por formação de biofilmes (YANG *et al.*, 2015)

A detecção do gene *blaZ* foi observada por Olsen *et al.* (2006), em 143 isolados de *S. aureus* resistentes a penicilina. Os mesmos autores sugerem que o gene *blaZ* seria um mecanismo de resistência em *Staphylococcus*, já que ele foi detectado tanto em *S. aureus*, quanto em *Staphylococcus* coagulase negativo. Esse gene pode ainda estar localizado tanto cromossomicamente como em plasmídeos. (BACILGIL *et al.*, 2012).

A importância da identificação de genes de resistências das amostras coletadas de leite e queijo está relacionada à segurança alimentar, pois está ligada a capacidade da bactéria na transferência desses genes. O estudo de Olsen *et al.* (2006), afirmam que as espécies de *Staphylococcus* presentes no mesmo microambiente podem passar o gene *blaZ* uma a outra se os fatores bacterianos forem atendidos. No mesmo estudo é retratado que as *Staphylococcus* coagulase negativa podem ser reservatórios de genes de resistência para *S. aureus* mostrando a importância de estudos de outros genes de resistência em estirpes de *S. aureus* bem como em outras espécies que possam estar presentes no leite e seus derivados.

Conclusão

Com este estudo detectou-se a presença do gene *blaZ* em 25% das cepas de *S. aureus* resistentes a beta-lactâmicos sendo assim, um mecanismo de resistência a essa classe de antibiótico. A ausência do gene nos demais isolados fenotipicamente resistentes a beta-lactâmicos pode ser atribuída a outros mecanismos de expressão de resistência. Os resultados mostram a necessidade de mais pesquisas de rastreamento dos possíveis genes que possam estar relacionados ao mecanismo de

resistência bacteriana a antimicrobianos, já que esses podem ser transferidos por recombinação genética a outras cepas ou espécies.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pelo apoio financeiro e bolsa concedida. Ao Laboratório de Biotecnologia CPCA – ICA/ UFMG pela disponibilidade dos ambientes e equipamentos para o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

- BAGCIGIL, AF *et al.* Genetic basis of penicillin resistance of *S. aureus* in bovine mastitis. *Acta Vet Scand*, 2012.
- FERREIRA, A. M. *et al.* Correlation of phenotypic tests with the presence of the blaZ gene for detection of beta-lactamase. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 48, n. 1, p. 159-166, 2017.
- GU, J. *et al.* Bacterial insertion sequence IS256 as a potential molecular marker to discriminate invasive strains from commensal strains of *Staphylococcus epidermidis*. **Journal of Hospital Infection**, v. 61, n. 4, p. 342-348, 2005.
- LEE, S. H. I. *et al.* Characterization of *Staphylococcus aureus* isolates in milk and the milking environment from small-scale dairy farms of São Paulo, Brazil, using pulsed-field gel electrophoresis. **Journal of dairy Science**, v. 95, n. 12, p. 7377-7383, 2012.
- MACEDO, M. L. A. P. *et al.* Mecanismos de resistência e detecção das beta-lactamases. **Revista UNOPAR Científica: ciências biológicas e da saúde**. Londrina, v. 7, n. 1, p. 59-63, 2005.
- MARTINI, C. L. *et al.* Characterization of penicillin and tetracycline resistance in *Staphylococcus aureus* isolated from bovine milk samples in Minas Gerais, Brazil. **Journal of Dairy Research**, v. 84, n. 2, p. 202-205, 2017.
- OLSEN, J. E. *et al.* Diversity and evolution of blaZ from *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative *staphylococcus*. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 57, n. 3, p. 450-460, 2006.
- PEREIRA, M. N.; SCUSSEL, V. M. Resíduos de antimicrobianos em leite bovino: fonte de contaminação, impactos e controle. **Revista de Ciências Agro veterinárias**, v. 16, n. 2, p. 170-182, 2017.
- VIEIRA, D S. *et al.* Atividade antimicrobiana in vitro do extrato etanólico bruto da folha da *Hymenaeamartiana* Hayne frente à *Staphylococcus* spp. e avaliação de seu potencial como desinfetante em cabras. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, p. 462-469, 2018.
- YANG, Feng *et al.* Prevalence of blaZ gene and other virulence genes in penicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis cases in Gansu, China. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 39, n. 5, p. 634-636, 2015

Capítulo 19

Uso da PCR para detecção dos genes *mecA* e *mecA*_{LGA251} em *Staphylococcus aureus* isolados de leite mastítico no norte de Minas Gerais

Laura Francielle Ferreira Borges^{*1}; Edmara Andrade Macedo Cruz²; Ester Dias Xavier³; Cintya Neves de Souza⁴; Geziella Aurea Aparecida Damasceno Souza⁵, Demerson Arruda Sanglard⁶

Resumo

O uso de antibióticos é um método para o controle de doenças intramamárias, porém o uso indiscriminado destes medicamentos pode selecionar cepas resistentes prejudicando a eficiência do tratamento. Apesar de não ser comumente aplicada ao tratamento de mastites, a meticilina têm sido identificadas em rebanhos leiteiros, tornando-se alerta para a saúde pública. A identificação fenotípica de resistência à meticilina é realizada com testes de sensibilidade à oxacilina e cefoxitina e genotipicamente utilizando a Reação em Cadeia de Polimerase (PCR). O presente estudo verificou a presença dos genes *mecA* e *mecA*_{LGA251} em 19 isolados de *Staphylococcus aureus* provenientes de amostras de leite mastítico de rebanhos do norte de Minas Gerais. Os isolados previamente identificados e resistentes a oxacilina e cefoxitina foram submetidos à extração de DNA. Após a extração os DNAs foram submetidos à reação em cadeia polimerase (PCR) para pesquisa dos genes *mecA* e *mecA*_{LGA251}. Os amplicons foram visualizados em gel de agarose a 1,5% e fotodocumentados. Os genes não foram identificados nos isolados em estudo, no entanto a ausência destes não descarta a possibilidade da presença de outros genes de resistências nas propriedades em estudo, bem como a possibilidade de veiculação de clones resistente para humanos.

Palavras-chave: Resistência. Beta-lactâmicos. Identificação Molecular.

Introdução

A mastite bovina é caracterizada como processo inflamatório da glândula mamária, considerada como principal doença que gera prejuízos econômicos à pecuária leiteira, em virtude da

¹Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

²Graduanda Zootecnia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

³Graduanda Zootecnia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

⁴Técnica em Laboratório, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

⁵Mestranda em Produção Animal, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

⁶Docente, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

*Autor para correspondência: lauraborges4@outlook.com

redução da quantidade e pela alteração na qualidade do leite produzido, ou até pela perda total da capacidade secretora da glândula mamária (SILVA, 2008). O uso de antibióticos no controle das infecções intramamárias e na eliminação de prováveis fontes de infecção nas fazendas leiteiras constitui uma importante método de controle. Entretanto, o uso inadequado de antibióticos no tratamento da doença pode selecionar cepas resistentes e prejudicar a eficiência do tratamento (MENDONÇA *et al.*, 2012).

Staphylococcus aureus é o principal agente etiológico identificado em maior frequência como causador de mastite bovina e é considerado um patógenos que apresentam um grande risco a saúde pública, com capacidade de acumular diversos mecanismos de resistência a muitos compostos disponíveis clinicamente, incluindo os antibióticos do grupo beta-lactâmicos.

A meticilina, um dos compostos do grupo beta-lactâmicos, que apesar de não ser geralmente utilizadas no tratamento de mastites, cepas de *S. aureus* resistentes a meticilina (MRSA) têm sido identificadas em fazendas leiteiras (PATERSON; HARRISON; HOLME, 2014) tornando-se preocupante em termos de saúde pública, pois cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes à meticilina (MRSA) são comumente identificadas como causadoras de infecções hospitalares, até mesmo nas unidades de terapia intensiva (UTI) (SILVA; ALCÂNTARA; MOTA, 2018). A transmissão horizontal de MRSA entre bovinos leiteiros e trabalhadores das fazendas relatado na literatura sugere que o contato entre seres humanos e animais e vice-versa pode favorecer a transmissão de tais cepas (SILVA; ALCÂNTARA; MOTA, 2018).

A resistência de *Staphylococcus* spp. à beta-lactâmicos, a exemplo da meticilina, ocorre pela produção de beta-lactamase ou pela modificação no sítio de ação dos beta-lactâmicos (SILVA; ALCÂNTARA; MOTA 2018). A identificação fenotípica de resistência à meticilina é realizada em testes de sensibilidade à oxacilina e cefoxitina (CLSI, 2015). A nível molecular a resistência à meticilina pode ser detectada utilizando a Reação em Cadeia de Polimerase (PCR) por meio da amplificação dos genes *mecA* e *mecC* (SILVA; ALCÂNTARA; MOTA 2018), recentemente foi detectado um homólogo do *mecA*, o *mecALGA251* (GARCÍA-ÁLVAREZ *et al.*, 2011).

Objetivou-se no presente estudo verificar a presença dos genes *mecA* e *mecAL251* em *Staphylococcus aureus* provenientes de amostras de leite mastítico de rebanhos do norte de Minas Gerais.

Material e métodos

Foram utilizados 19 isolados de *Staphylococcus aureus*, oriundas de amostras de leite de vacas com diagnosticadas com mastite subclínica, coletadas de acordo com os princípios éticos de Ética e Experimentação Animal (CEUA) com o protocolo °145/2013 da Universidade Federal de Minas Gerais, pertencentes à bacterioteca do Laboratório de Sanidade Animal localizado no Centro de Pesquisa em Ciências Agrárias da UFMG (CPCA– ICA/UFMG).

Os isolados utilizados foram previamente identificados por análise proteômica MALDI TOF (ASSIS *et al.*, 2017) e PCR (XAVIER *et al.*, 2017) e testados quanto ao perfil de sensibilidade aos antibióticos oxacilina (1µg) (Cecon) e cefoxitina (30µg)(Laborclin) (CLSI, 2015). Os isolados foram ativados em meio TSB a 37 °C por 24 horas e, após verificada a sua pureza, foram submetidas à extração de DNA pelo método de digestão por proteinase K, seguidas por fenol-clorofórmio conforme protocolo proposto por Gu *et al.*, (2004) com adaptações.

A presença dos genes *mecA* e *mecA*_{LGA251} foram determinados pela técnica de PCR utilizando os primers sintetizados pela *Integrad DNA Technology* USA. As reações foram realizadas em um mix contendo 1x Tampão da Taq do kit Kappa PCR, 3,5 µL de MgCl₂ (2,5mM), 2,5 µL de Tris, deoxinucleotídeos (1µM), 0,1 µl de Taq Polimerase Kappa (0,5U), 1,0 µL de cada primer e 3 µL (50ng/µL) de DNA bacteriano em um volume final de reação de 25 µL.

Para verificar a presença do gene *mecA* utilizou-se os primers MECAF 5'-AGTTCTGCAGTACCGGATTTGC-3' e MECAR 5'-AAAATCGATGGTAAAGGTTGGC-3', resultando em um amplicon de 533 pares de base. As reações ocorreram em termociclador, com um ciclo inicial de desnaturação a 94°C durante 3 minutos, seguidos de 35 ciclos de desnaturação a 94°C por 1 minuto, temperatura de anelamento a 55°C por 1 minuto, e uma extensão a 72°C por 10 minutos e uma extensão final de 10 minutos (SILVA, 2008).

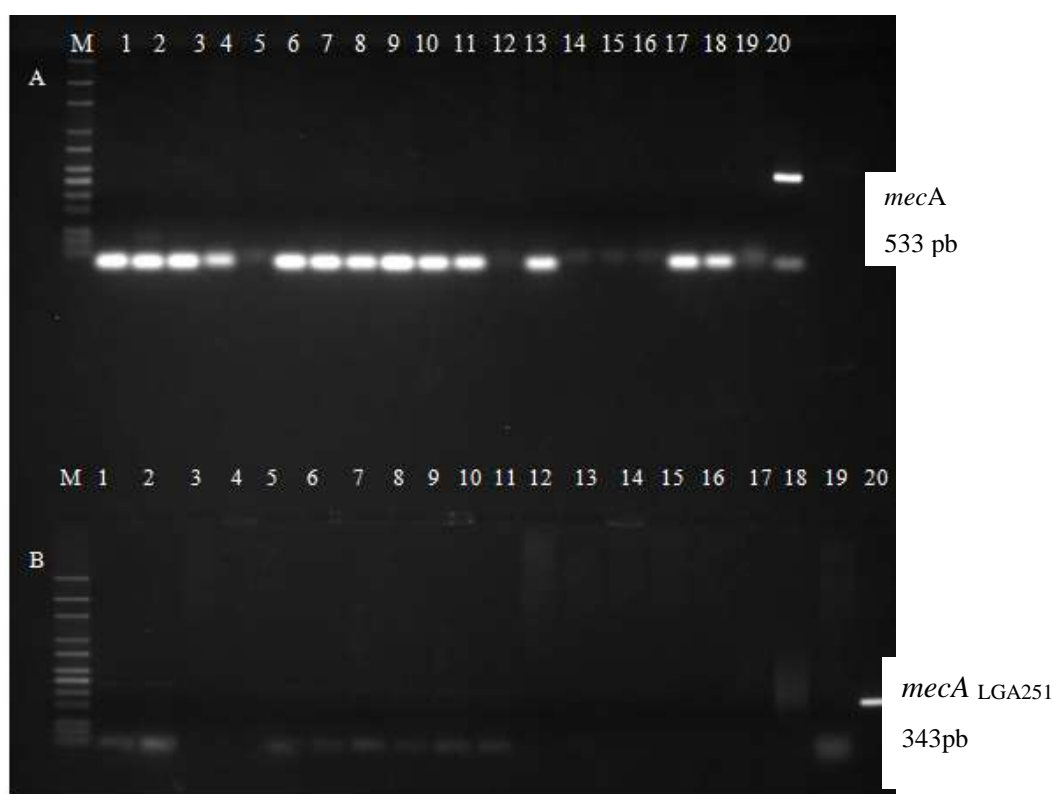
Para o gene *mecA*_{LGA251} utilizou-se os primers MECALG251F 5'-TCACCAGGTTCAAC[Y]CAAAA-3' e MECALG251R 5'-CCTGAATC[W]GCTAATAATATTTTC-3', amplificando uma banda de 344 pares de base. As condições de amplificação foram as seguintes: um ciclo de desnaturação inicial a 94°C durante 5 minutos seguidos de 30 ciclos de desnaturação a 94°C por 1 minuto, temperatura de anelamento a 55°C por 1 minuto, extensão a 72°C por 2 minutos e uma extensão final de 5 minutos (GARCÍA-ÁLVAREZ *et al.*, 2011).

A bactéria utilizada como controle para ambos os genes foi *S. aureus* ATCC 43300. Os amplicons dos genes descritos foram visualizados em gel de agarose a 1,5% corados com Gel Red e fotodocumentados.

Resultados e discussão

Embora fenotipicamente tenha sido observado que as cepas foram resistentes a oxacilina e cefoxitina, a presença dos genes *mecA* e *mecA*_{LGA251} não foram verificados nas análises efetuadas conforme a Figura 1. A partir da PCR 16S rDNA ribossomal de bactéria verificou-se que o DNA extraído apresentava qualidade, certificando que não ocorreu falhas técnicas durante a extração de DNA, bem como a presença dos genes nos controles positivos validam a PCR realizada

Figura 1 – Detecção dos genes *mecA*(A) e *mecA*_{LGA251} (B) por PCR em *Staphylococcus aureus* isoladas de leite mastítico no norte de Minas Gerais



Legenda: M: Marcador de massa molecular DNA de 100 pares de base (Cellco); Linhas 1 a 19: Isolados de leite de vacas diagnosticadas com mastite subclínica. A linha 20 representa o controle positivo (cepa *S. aureus* ATCC 43300). Gel de agarose a 1,5%.

Fonte: Dos autores, 2019

Os resultados obtidos são compatíveis com os descritos por Mendonça *et al.*, (2012) que não observaram no a presença do gene *mecA* em 250 cepas de *Staphylococcus* sp. isolados de tetos com mastite subclínica no Brasil, resistentes a meticilina. Os autores citam que não tem sido observada correlação entre os perfis fenotípicos de resistência e a detecção gênica, sendo necessário investigar os processos de regulação e transcrição gênica do *mecA*, bem como do produto dessa expressão, PBP 2a e PBP 2b proteínas ligantes de penicilina de baixa afinidade, responsáveis pela resistência antimicrobiana. No entanto, Dias, Silva e Oliveira (2011), encontraram este gene em 11% de isolados MRSA provenientes de tanque de refrigeração em Minas Gerais. A divergência de resultados também foi observada por Kulangara et al (2017), que estudaram leite de vacas cinco dias após a secagem e observaram nove isolados que apresentavam gene *mecA* fenotipicamente susceptível a oxacilina, enquanto a resistência fenotípica para oxacilina foi observada em sete isolados que não foram positivos para *mecA*. Estes autores destacam a necessidade de considerar conjuntamente o nível perfil molecular e perfil antimicrobiano de estafilococos em bovinos leiteiros como um aspecto importante dos estudos epidemiológicos para o manejo terapêutico em bovinos e em humanos.

Nenhum trabalho no Brasil relatou a pesquisa do gene *mecA*_{LGA251}, não sendo possível confrontar os resultados entre estudos. Diaz *et al.* (2016) publicaram estudo de metanálise indicando uma baixa prevalência deste gene entre os MRSA e destacam a importância de monitorar a epidemiologia dessa forma variante emergente, já que ela é resistente a praticamente todos os antibióticos beta-lactâmicos.

Conclusão

Os gene *mecA* e *mecA*_{LGA251} não foram identificados nos isolados em estudo, no entanto, a ausência destes não descarta a possibilidade da presença de outros genes de resistência nas propriedades em estudo, bem como a possibilidade de veiculação de clones resistentes para humanos.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pelo apoio financeiro e bolsa concedida. Ao Laboratório de Biotecnologia CPCA – ICA/ UFMG pela disponibilidade dos ambientes e equipamentos para o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

- ASSIS, G. B. N. *et al.* Use of MALDI-TOF mass spectrometry for the fast identification of gram-positive fish pathogens. **Frontiers in microbiology**, v. 8, p. 1492, 2017.
- DIAS N. L.; SILVA D. C. B.; OLIVEIRA D. C. B. S. Detecção de genes de *Staphylococcus aureus*, enteroxinas e de resistência à meticilina em leite. **Arq Bras Med Vet Zootec.** v. 63, n.1, p. 1547-52, 2011.
- DIAZ, R. *et al.* Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* carrying the new mecC gene—a meta-analysis. **Diagnostic microbiology and infectious disease**, v. 84, n. 2, p. 135-140, 2016.
- GARCÍA-ÁLVAREZ, L. *et al.* Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* with a novel mecA homologue in human and bovine populations in the UK and Denmark: a descriptive study. **The Lancet infectious diseases**, v. 11, n. 8, p. 595-603, 2011.
- GU, J. *et al.* Bacterial insertion sequence IS256 as a potential molecular marker to discriminate invasive strains from commensal strains of *Staphylococcus epidermidis*. **Journal of Hospital Infection**, v. 61, n. 4, p. 342-348, 2005.
- KULANGARA, V. *et al.* Genotypic and phenotypic β -lactam resistance and presence of PVL gene in *Staphylococci* from dry bovine udder. **PLoS one**, v. 12, n. 11, p. e0187277, 2017.
- MENDONÇA, E. C. L. *et al.* Caracterização fenotípica da resistência antimicrobiana em *Staphylococcus* spp. isolados de mastite bovina. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 32, n. 9, p. 859-864, set. 2012.
- PATERSON, G. K.; HARRISON, E. M.; HOLMES, M. A. The emergence of mecC methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. **Trends in microbiology**, v. 22, n. 1, p. 42-47, 2014.
- SILVA M.A. **Utilização de PCR Multiplex para o diagnóstico etiológico da mastite bovina.** 2008. 32 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.
- SILVA, J. G.; ALCÂNTARA, A. M.; MOTA, R. A. Mastite bovina causada por *Staphylococcus* spp. resistentes à meticilina: revisão de literatura. **Pesqui. vet. bras.**, v. 38, n. 2, p. 223-228, 2018.
- WAYNE, P. A (2016). **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI).** 26th informational supplement (CLSI document M100S).
- XAVIER, A. R. E. O. *et al.* Phenotypic and genotypic characterization of *Staphylococcus aureus* isolates in milk from flocks diagnosed with subclinical mastitis. Genetics and molecular research: **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 2, 2017.

Capítulo 20

Caracterização microbiológica na maturação do queijo artesanal da Serra Geral

Roberta Ribeiro da Cruz Cangussu *¹; Thinara de Freitas Oliveira ²; Kely Tatianne Costa Santana ²; Janaína Teles de Faria ³; Maximiliano Soares Pinto ³

Resumo

Um dos queijos tradicionais produzidos no Estado de Minas Gerais é o queijo artesanal fabricado a partir de leite cru, sendo a Serra Geral uma das regiões produtoras. Este trabalho teve como objetivo caracterizar e determinar o tempo de maturação mínimo para alcançar os parâmetros legais dos queijos artesanais da região Serra Geral, localizada no Estado de Minas Gerais. Foram coletados queijos oriundos de quatro propriedades diferentes. Cada produtor forneceu oito queijos, totalizando 32 amostras a serem analisadas. Os queijos adquiridos foram maturados à temperatura ambiente ($27,5 \pm 2,5$ °C) e sob refrigeração ($8,5 \pm 2,5$ °C). As análises microbiológicas foram realizadas com sete, 15, 30 e 60 dias de maturação. O processo de maturação à temperatura ambiente se mostrou mais eficiente para redução da contaminação microbiológica. Os queijos com 15 dias de maturação à temperatura ambiente apresentaram os parâmetros de Coliformes a 35 °C e *Escherichia coli* conforme determinação legal. Entretanto, nesse mesmo tempo apresentaram uma contagem média de 4,48 Log UFC.mL⁻¹ para *Staphylococcus aureus*, superior a legislação vigente, tornando-se seguro apenas com 60 dias. Não foram detectadas presença de *Listeria* sp. e *Salmonella* sp. em 25 g das amostras.

Palavras-chave: Artesanal. Coliformes. Leite. Queijo. Segurança alimentar.

Introdução

Os queijos artesanais são produzidos em diversos países e apresentam características específicas conforme a região onde são fabricados. No Brasil, o Estado de Minas Gerais é o principal produtor de queijos e as regiões certificadas como produtoras de queijo artesanal no Estado são classificadas conforme a caracterização do modo histórico e cultural de produção (MARTINS *et al.*, 2015; MINAS GERAIS, 2002).

¹Pós-Graduanda no Programa de Engenharia e Ciências de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

²Discente do Curso de Engenharia de Alimentos. Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³Docente do Curso de Engenharia de Alimentos. Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

A partir de estudos realizados com queijos artesanais, foi possível determinar que o tempo mínimo de maturação para atender a legislação vigente e conseqüentemente a segurança microbiológica deste produto foi de 14 dias na microrregião de Araxá, 17 dias para a microrregião do Serro e 22 dias para as microrregiões da Canastra, Cerrado, Campo das Vertentes, Serra do Salitre e Triângulo Mineiro, até que sejam realizadas novas pesquisas ratificando ou retificando os tempos mínimos de maturação (MINAS GERAIS, 2017).

Na produção do queijo artesanal, a matéria-prima deve ser de boa qualidade, sem a presença de contaminantes microbiológicos. Medidas como saúde do rebanho, práticas de higiene, boas práticas de fabricação e a capacitação dos manipuladores devem ser priorizadas a fim de se obter um produto seguro (DORES; FERREIRA, 2012).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento microbiológico dos queijos artesanais da região Serra Geral maturados à temperatura ambiente ($27,5 \pm 2,5$ °C) e sob refrigeração ($8,5 \pm 2,5$ °C) e, ainda, identificar o período mínimo de maturação que atinja os critérios legais.

Material e métodos

Foram adquiridas 32 amostras de queijo artesanal pertencentes a quatro produtores do município de Porteirinha, localizado na região de Serra Geral-MG. As amostras devidamente identificadas e embaladas foram transportadas para o Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais acondicionadas em caixa de isopor, onde foram realizadas as devidas análises.

Oito queijos de cada produtor foram maturados, sendo quatro à temperatura ambiente ($27,5 \pm 2,5$ °C) e quatro sob temperatura de refrigeração ($8,5 \pm 2,5$ °C). Todas as análises foram realizadas com queijos maturados a sete, 15, 30 e 60 dias de maturação.

Para as análises de *Staphylococcus aureus* foi utilizado o Petrifilm 3M Rapid *S. aureus* Count Place (AOAC 981.15) e para a contagem de coliformes a 35 °C e *Escherichia coli* utilizou-se o Petrifilm Coliformes/*E. coli* (AOAC 991.14). A contagem de mesófilos aeróbios foi realizada utilizando o sistema Petrifilm 3M Aerobic Count (AOAC 990.12). Para análise de *Salmonella* sp. e *Listeria* sp. nos queijos, utilizou-se o Reveal – *Salmonella* Test System (AOAC Licença 960801, Neogen, Leshar Place Lansing) e o teste Reveal para *Listeria* (AOAC Licença 960701, Neogen, Leshar Place Lansing), respectivamente, conforme os procedimentos determinados pelo fabricante.

O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, sendo cada produtor considerado um bloco. Foi considerado o esquema fatorial 2×4 , sendo o primeiro fator composto pelos dois níveis de condição de maturação (à temperatura ambiente e sob refrigeração) e o segundo fator composto pelos quatro tempos de maturação (sete, 15, 30 e 60 dias de maturação). Para cada uma das características analisadas foram ajustados modelos de regressão linear em função do tempo de maturação, sendo os coeficientes de regressão verificados pelo teste t. Dentre os modelos ajustados, os que apresentaram melhores resultados foram submetidos ao teste de Identidade de Modelos (REGAZZI; SILVA, 2010), no intuito de avaliar a possibilidade de uma única equação representar o comportamento das variáveis estudadas à temperatura ambiente e sob refrigeração, utilizando o teste F, conforme a Equação 1:

$$F(H_0) = \frac{[SQR(\omega_{DBC}) - SQR(\Omega_{DBC})]/[t(H - 1)]}{SQR(\Omega_{DBC})/[N - H_p - H(r - 1)]} \quad (1)$$

onde, SQR representa a soma de quadrados do resíduo da regressão para dado modelo, Ω é o espaço paramétrico para o modelo completo, ω é o espaço paramétrico para o modelo reduzido sob H_0 , t é o número de parâmetros a serem testados, e N é o número total de observações.

Foi utilizado o *software* Genes para as análises estatísticas.

Resultados e discussão

A qualidade microbiológica durante a maturação à temperatura ambiente e sob refrigeração dos queijos artesanais da região de Serra Geral-MG diferiu estatisticamente, conforme o teste de Identidade de Modelo (Tabela 1).

Ao longo de 60 dias de maturação houve redução de todos os grupos microbianos (Figura 1), sendo que em 30 e 60 dias a maturação à temperatura ambiente mostrou ser mais eficiente para a garantia da segurança microbiológica em relação a todos os parâmetros avaliados, como indicado no trabalho de Martins *et al.* (2015).

Na maturação à temperatura ambiente ($27,5 \pm 2,5$ °C), os queijos da Serra Geral-MG com 15 dias de produção atingiram os níveis legais para Coliformes a 35 °C e *E. coli*. Entretanto, neste mesmo tempo a contagem de *S. aureus* foi de $4,48 \text{ Log UFC.mL}^{-1}$, atingindo os requisitos legais de segurança microbiológica apenas com 60 dias (MINAS GERAIS, 2008).

Tabela 1 – Significância dos coeficientes de regressão linear ajustados e do teste de Identidade de Modelo para as curvas de regressão das características microbiológicas

Parâmetro	Condição de maturação	Coeficientes de regressão			IM (p-valor)
		Coeficiente linear	Coeficiente angular	R ² (%)	
Coliformes a 35 °C	Temperatura ambiente	4,7717**	-0,0798**	79,9459	<0,05
	Sob refrigeração	5,4811**	-0,0554**	97,2933	
<i>E. coli</i>	Temperatura ambiente	3,0985**	-0,0586*	79,8519	<0,05
	Sob refrigeração	3,9514**	-0,0405 ^{ns,}	84,4173	
<i>S. Aureus</i>	Temperatura ambiente	6,1204**	-0,0759**	84,0366	<0,001
	Sob refrigeração	5,9039**	-0,0420*	88,5879	
Aeróbios	Temperatura ambiente	7,7983**	-0,0510**	99,0351	<0,001
	Sob refrigeração	7,0544**	-0,0221 ^{ns}	96,6798	

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Coeficientes seguidos de ^{ns}, * e ** são respectivamente: não significativo ao nível de 5%, significativo ao nível de 5% e significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t.

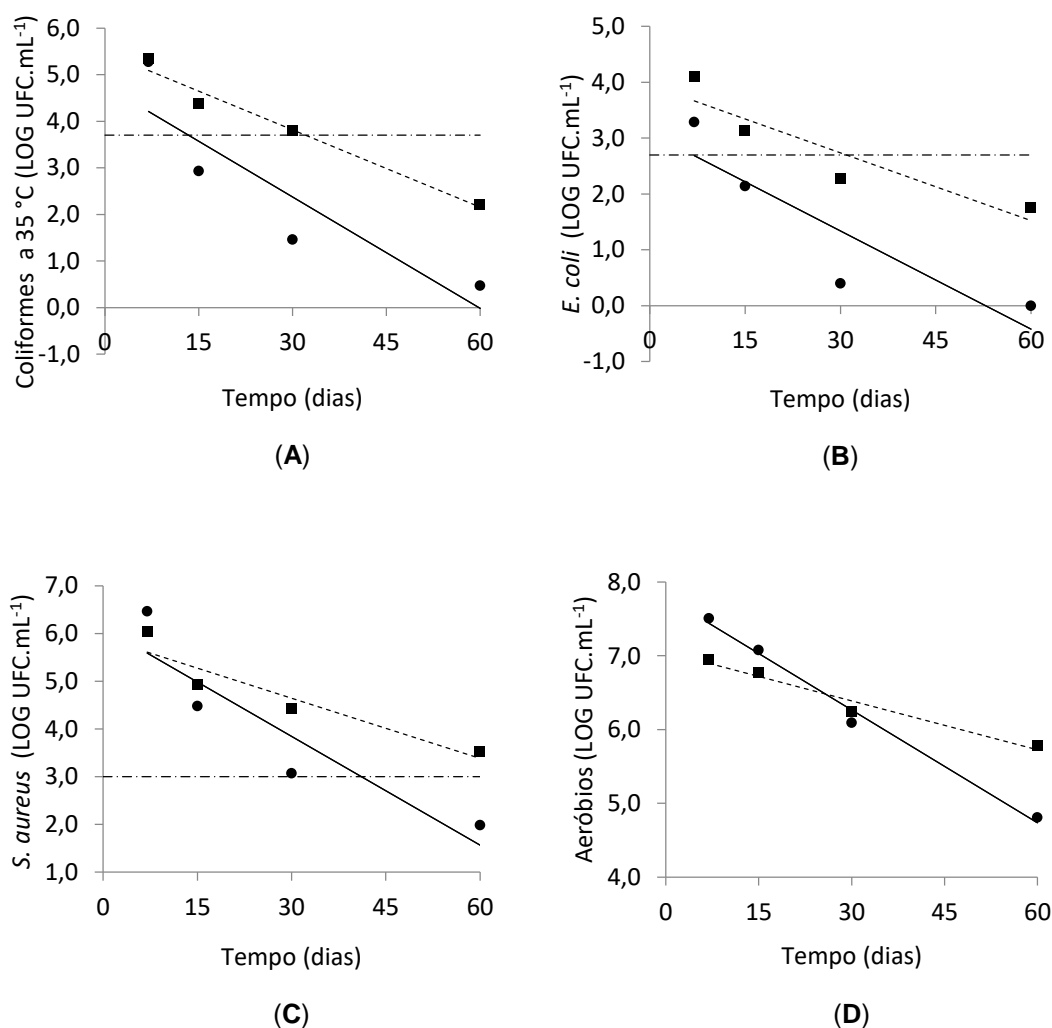
Com 60 dias de maturação sob refrigeração ($8,5 \pm 2,5$ °C), a contaminação de *S. aureus* não foi reduzida a níveis aceitáveis. A alta concentração deste microrganismo pode estar relacionada à ausência de qualidade da matéria-prima, falta de higiene e cuidado dos manipuladores na ordenha e no processamento do queijo, e ao alto índice de mastite (ALMEIDA *et al.*, 2012; SOBRAL *et al.*, 2013).

Na região do Serro foi verificado que com 17 dias de maturação, a contaminação do queijo Minas artesanal encontrou-se dentro de limites seguros para contagens de Coliformes totais, *E. coli* e *S. aureus* (MARTINS *et al.*, 2015). O mesmo ocorreu na região da Canastra com queijos maturados por 22 dias (DORES; NOBREGA; FERREIRA, 2013).

Apesar de a legislação estadual vigente não estabelecer critérios, a contagem de microrganismos mesófilos aeróbios é utilizada como indicador da população bacteriana do alimento e como indicativo da qualidade higiênico-sanitária, visto que dentro deste grupo bacteriano

encontram-se várias espécies patogênicas e deteriorantes de alimentos (SAEKI; MATSUMOTO, 2010; SALVADOR *et al.*, 2012).

Figura 1 – Contagem de coliformes a 35 °C (A), *E. coli* (B), *S. aureus* (C) e mesófilos aeróbios (D) do queijo artesanal da Serra Geral-MG, maturados à temperatura ambiente e sob refrigeração



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ● temperatura ambiente, ■ temperatura de refrigeração, — temperatura ambiente, - - - - - temperatura de refrigeração, - - - - - legislação.

Nenhuma das amostras de queijos artesanais com sete dias de maturação, à temperatura ambiente ou sob refrigeração apresentou contaminação por *Salmonella* sp. ou *Listeria* sp., conforme preconizado pela legislação vigente (MINAS GERAIS, 2008).

Em queijos artesanais na região de Montes Claros-MG também foi verificada a ausência de *Salmonella* sp. (ALMEIDA *et al.*, 2012) e *Listeria* sp. (PINTO *et al.*, 2016), assim como em microrregião cadastrada de queijo Minas artesanal (DORES; NOBREGA; FERREIRA, 2013).

Conclusão

Na maturação à temperatura ambiente observou-se maior redução da contaminação microbiológica. Entretanto, apenas com 60 dias os queijos artesanais da região da Serra Geral-MG maturados à temperatura ambiente apresentaram contagem microbiológica conforme preconiza a legislação vigente. Neste mesmo período na maturação sob refrigeração não foi possível alcançar a segurança microbiológica estabelecida.

Os queijos artesanais da região da Serra Geral requerem 15 dias de maturação à temperatura ambiente para atingir os padrões exigidos de Coliformes a 35 °C e *E. coli*. Em relação a *S. aureus* apenas com 60 dias apresentou contagem segura. Todas as amostras apresentaram ausência de *Listeria* sp. e *Salmonella* sp. com sete dias de maturação.

Salienta-se a necessidade de treinamento dos produtores da Serra Geral-MG quanto às boas práticas de fabricação, para que se possa obter um produto microbiologicamente seguro com menor tempo de maturação.

Agradecimentos

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo financiamento do projeto.

Referências

- ALMEIDA, A. C. *et al.* Caracterização da produção de queijo artesanal na região de Montes Claros, norte de Minas Gerais. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 6, n. 4, p. 312-320, 2012.
- DORES, M. T.; FERREIRA, C. L. L. F. Queijo Minas artesanal, tradição centenária: ameaças e desafios. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 2, n. 2, p. 26-34, 2012.
- DORES, M. T.; NOBREGA, J. E.; FERREIRA, C. L. L. F. Room temperature aging to guarantee microbiological safety of brazilian artisan Canastra cheese. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, p. 180-185, 2013.

- MARTINS, J. M. *et al.* Determining the minimum ripening time of artisanal Minas cheese, a traditional Brazilian cheese. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 46, n. 1, p. 219-230, 2015.
- MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. **Decreto nº 42.645, de 05 de junho de 2002**. Aprova o regulamento da Lei nº 14.185, de 31/01/2002, que dispõe sobre o processo de produção de queijo Minas artesanal. Diário do Executivo. Belo Horizonte, 6 jun. 2002. p. 18 col. 2.
- MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. **Decreto nº 44.864, de 01 de agosto de 2008**. Altera o Regulamento da Lei n. 14.185, de 31 de janeiro de 2002, que dispõe sobre o processo de produção de Queijo Minas Artesanal. Diário do Executivo. Belo Horizonte, 01 ago. 2008. p. 1 col. 2.
- MINAS GERAIS. **Portaria nº 1736 de 27 de julho de 2017**. Altera a Portaria nº 1305, de 30 de abril de 2013, que dispõe sobre o período de maturação do Queijo Minas Artesanal. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2017.
- PINTO, M. S. *et al.* Características físico-químicas e microbiológicas do queijo artesanal produzido na microrregião de Montes Claros – MG. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 71, n. 1, p. 43-52, 2016.
- REGAZZI, A. J.; SILVA, C. H. O. Testes para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear em dados de experimento com delineamento em blocos casualizados. **Revista Ceres**, v. 57, n. 3, p. 315-320, 2010.
- SAEKI, E. K.; MATSUMOTO, L. S. Contagem de mesófilos e psicrotróficos em amostras de leite pasteurizado e UHT. **Revista de Laticínios Instituto Cândido Tostes**, v. 65, n. 377, p. 29-35, 2010.
- SALVADOR, F. C. *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica do leite pasteurizado comercializado em Apucarana-PR e região. **Revista F@ciência**, v. 9, n. 5, p. 30-41, 2012.
- SOBRAL, D. *et al.* Efeito da nisina na contagem de *Lactococcus* e *Lactobacillus* em queijo Minas artesanal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, n. 391, p. 5-10, 2013.

Capítulo 21

Avaliação da atividade antibacteriana de extratos de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlot. frente a bactérias patogênicas

Ana Luiza Carvalho Moura *¹; Joanes Pereira Andrade Junior ¹; Kimberly Ferreira Caetano¹;
Vinícius de Abreu D'Ávila ²; Eduardo Robson Duarte³; Roberta Torres Careli³

Resumo

O uso indiscriminado de antimicrobianos pode originar um processo de seleção de microrganismos patogênicos que apresentam resistência à maioria dos compostos químicos utilizados. Uma alternativa eficaz e econômica tem sido o desenvolvimento e o uso de produtos naturais com propriedades antimicrobianas, como os fitoterápicos. A espécie amazônica *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verl. (Bignoniaceae), conhecida popularmente como pariri, é empregada na medicina popular como anti-inflamatória, cicatrizante, antianêmico e auxiliar no tratamento de câncer. A automedicação por meio de plantas medicinais motivou esse estudo visando avaliar a atividade antibacteriana de extratos acetato de etila de folhas, extrato aquoso dos galhos e folhas de *A. chica* em cepas provenientes de isolados de *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella* sp., *Pseudomonas* sp. e *Escherichia coli*, a fim de descrever o seu efeito inibitório perante cada bactéria testada, comprovando ou não a sua ação antibacteriana. A atividade antibacteriana foi determinada pelo método de disco difusão em ágar Mueller Hinton, a 35°C por 24h. Após o período de incubação foi feita a análise das placas, conferindo os resultados de que os três extratos testados não apresentaram atividade antimicrobiana por não inibirem o crescimento bacteriano.

Palavras-chave: Antimicrobiano. Efeito inibitório. Pariri. Plantas medicinais.

Introdução

A água, o ar, a alimentação, entre outros fatores cotidianos, constitui o solo sobre o qual se desenvolvem em um indivíduo as diferentes espécies de doenças. Microrganismos como *Staphylococcus aureus* fazem parte da microbiota normal de mucosas e pele e podem ser transmitidos aos alimentos por contato direto ou indireto, nestes se multiplicam e produzem enterotoxinas, que ao

¹Graduando (a) em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

²Professor Adjunto, Faculdades Prominas.

³Professor Associado, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

serem ingeridas, podem causar uma intoxicação alimentar grave (AMSON; HARACEMIV; MASSON, 2006).

A qualidade microbiológica pode ser constituída utilizando-se microrganismos indicadores de contaminação fecal, como o grupo dos coliformes. *Escherichia coli* é um microrganismo gram-negativo, anaeróbio facultativo que faz parte da microbiota intestinal normal (GOMES *et al.*, 2016).

Dentre os ambientes tendenciosos a contaminação por agentes biológicos estão os complexos hospitalares. *Klebsiella* sp. é uma bactéria anaeróbia facultativa em forma de bastonete gram-negativo, que faz parte da microbiota intestinal e pode sobreviver por muito tempo na pele e em ambientes secos (ALBERTE; RUSCALLEDA; GUARIENTO, 2015).

A bactéria *Pseudomonas* sp. que é um patógeno nosocomial frequente, é responsável por infecções em diversos sítios do corpo humano. Está amplamente distribuído no ambiente e é capaz de persistir por longos períodos adversos e desenvolver resistência a agentes antimicrobianos (FUENTEFRÍA *et al.*, 2008).

Em razão ao grande aumento da resistência de microrganismos patogênicos a múltiplas drogas, devido ao uso indiscriminado de antimicrobianos, a fitoterapia vem tomando notoriedade no mercado. A desinformação sobre a eficácia dos mesmos se torna um problema de grande importância encontrado em meio às populações que fazem o seu uso, na perspectiva de possíveis reações tóxicas adversas dessas plantas (JUNIOR; PINTO; MACIEL, 2005).

Entre as plantas com potencial ação antimicrobiano está presente a *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlot. pertencente à família Bignoniaceae, com aproximadamente 800 espécies difundidas nas regiões tropicais na América do Sul e na África. Nos conhecimentos populares *A. chica* é administrada como anti-inflamatório, antianêmicos, cicatrizante, na ação contra cólicas intestinais, diarreia, leucorreia, hemorragia, e no auxílio no tratamento do câncer (OLIVEIRA *et al.*, 2009). A planta na forma de chá, preparada por meio de infusão das folhas, é administrada por via oral e para lavagens vulvares (AIRES *et al.*, 2013).

Enquanto os medicamentos oferecem, em sua extensa maioria, somente um princípio ativo, os extratos vegetais e de fungos, por exemplo, são compostos por combinações multicomponentes de substâncias ativas que atuam em alvos farmacológicos diferentes. A maneira eficiente de garantir a veracidade das plantas medicinais é submetendo-as a análises e comprovando seu potencial antimicrobiano (FERREIRA; PINTO, 2010).

Deste modo, este estudo teve como objetivo avaliar a atividade antimicrobiana de extratos de *A. chica* em isolados de *S. aureus*, *Klebsiella* sp., *Pseudomonas* sp. e *E. coli*.

Material e métodos

Todos os experimentos foram realizados nos laboratórios de Ecologia Microbiana e Microbiologia do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG).

Folhas e galhos de *A. chica*, foram coletados no mês de outubro no município de Januária, região semiárida, localizado a aproximadamente 160 km da cidade de Montes Claros, Minas Gerais.

O material foi desidratado em estufa com circulação de ar forçada a 40°C durante um período de sete dias. Depois de seco, foi moído em liquidificador industrial e separados nas quantidades necessárias para preparação do extrato. A quantidade obtida de cada parte da planta foi de 50,0749 g de matéria seca da folha e 25,0429 g de matéria seca do galho.

Os extratos aquosos foram preparados adicionando-se 100 mL de água destilada a 10 g de cada material vegetal, em seguida foram aquecidos em banho-maria a 40°C durante 60 minutos. O extrato de acetato de etila foi obtido submergindo 20 g do material vegetal em 100 mL de acetato de etila, em recipientes de vidro âmbar e abrigados em local com pouca incidência de luminosidade, a temperatura ambiente por um período de 7 dias conforme procedimento descrito por (FERREIRA *et al.*, 2016). Ambos os extratos voltaram para a estufa de circulação forçada de ar a 40°C por sete dias. Após o tempo decorrido houve a raspagem dos pratos contendo a matéria seca, sendo o seu produto armazenado em sacos de papel protegidos da luz até o dia do procedimento de diluição.

Os isolados *Klebsiella* sp., *Pseudomonas* sp., *S. aureus*, *E. coli*, foram cedidos pelo Laboratório de Microbiologia das Faculdades Prominas, campus Montes Claros. Todas essas estirpes bacterianas foram previamente identificadas por testes bioquímicos.

O cloranfenicol foi utilizado como controle positivo. Este antimicrobiano apresenta um amplo espectro, sendo eficaz contra bactérias gram-negativo e gram-positivo. Após a determinação da matéria seca do material vegetal no determinador de umidade (SHIMADZU®), os extratos foram padronizados em água destilada estéril na concentração de 20 mg/mL. Com o auxílio de *swabs* estéreis, foram espalhados em placas contendo Ágar Mueller-Hinton.

O teste de sensibilidade a antimicrobianos foi realizado de acordo com o NCCLS (2005) e conduzido em triplicata. Os inóculos dos microrganismos foram previamente padronizados por meio da suspensão direta de Colônias isoladas em solução salina esterilizada, sendo ela ajustada através a solução padrão de McFarland 0,5. Após a inoculação, foram inseridos cinco discos de papel filtro estéreis em cada placa, juntamente com 10 µL do extrato aquoso da folha (E1), extrato aquoso do galho (E2), extrato acetato de etila da folha (E3), água destilada como controle negativo, e o

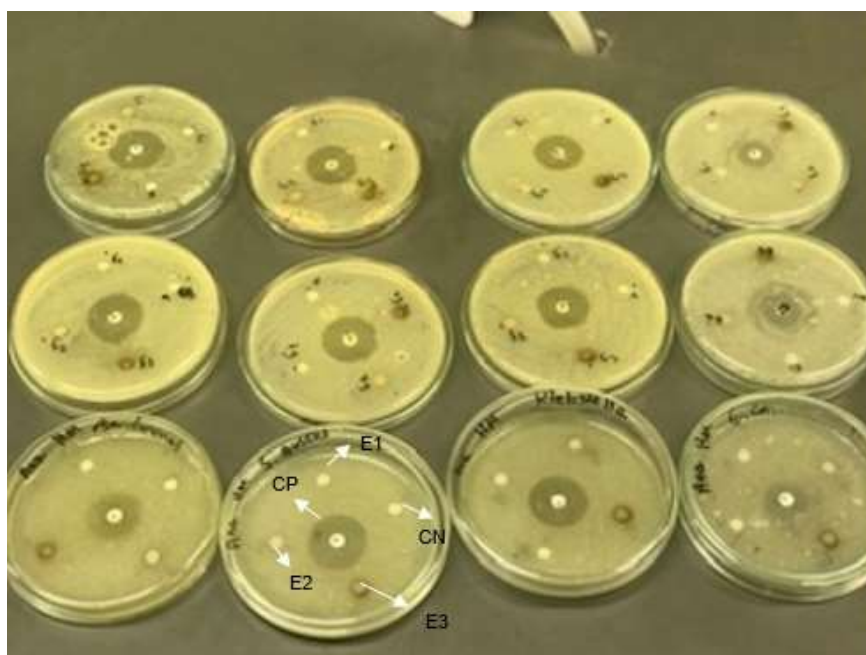
antimicrobiano Cloranfenicol como controle positivo. As placas foram incubadas a 35°C por 24 h e após esse período, os halos de inibição foram medidos em cm.

O software *GraphPad Prism* versão 5.0 foi utilizado para a realização das análises estatísticas dos dados obtidos. Foi realizado o teste de One-Way Anova, análise de variação de médias entre diferentes grupos amostrais, seguido por teste de Bonferroni, sendo o $p < 0,05$ considerado como nível de significância.

Resultados e discussão

O antimicrobiano Cloranfenicol apresentou ação antibacteriana (Figura 1). Verificou-se que houve diferença ($p < 0,0001$) quanto ao perfil de sensibilidade antimicrobiana entre os isolados. *E. coli* apresentou média de halos de inibição em torno de 1,8 cm, o que confere sua maior resistência ao Cloranfenicol do que os demais isolados (Gráfico 1).

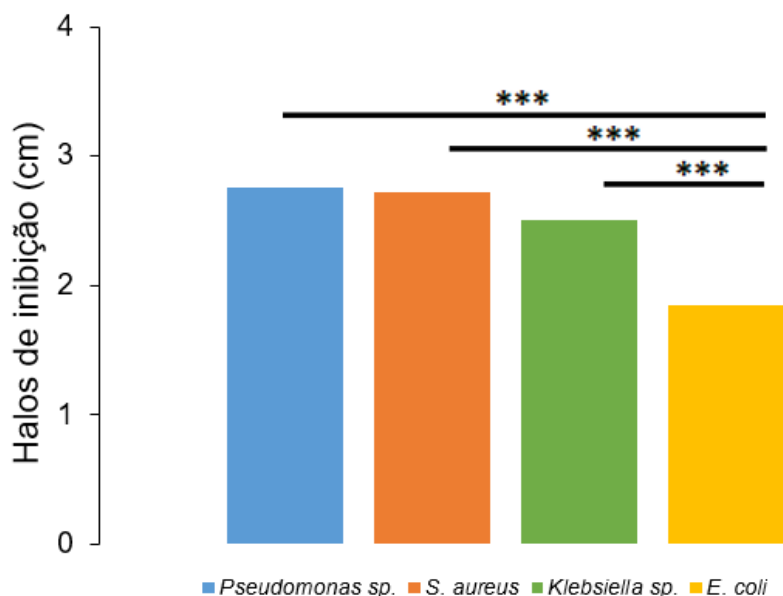
Figura 1 - Resultados do teste de sensibilidade a Cloranfenicol e de extratos de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlot.



Fonte: Dos autores, 2018

Legenda: CP: Controle positivo; CN: Controle negativo; E1: Extrato aquosa da folha; E2: Extrato aquoso do galho; E3: Extrato de acetato de etila da folha.

Gráfico 1 – Comparativo da média dos halos de efeito inibitório, em cm, do Cloranfenicol frente a *E. coli* em relação as outras bactérias analisadas.



Fonte: Dos autores, 2018.

Apesar dos extratos aquosos de folha e galho de *A. chica* juntamente com o extrato acetato de etila da folha não apresentarem atividade antimicrobiana, essa planta não pode ser totalmente descartada de futuros testes. No estudo realizado por AIRES *et al.* (2013) foi detectado atividade antimicrobiana do extrato etanólico de *A. chica*, observando-se sua eficácia em cepas de *Salmonella* Typhimurium, *Lactobacillus acidophilus*, *E. coli* e *Shigella sonnei*.

RIBEIRO (2008), descreveu que o extrato etanólico bruto de *A. chica* apresentou atividade antibacteriana contra *S. aureus* e *E. coli*, com CIM de 62,5 mg/mL para *S. aureus* e de 250 mg/mL para *E. coli*.

De acordo com os estudos apresentados acima, pode-se afirmar que o extrato de *A. chica* possui significativa atividade antimicrobiana, portanto, potencial para ser utilizada como matéria prima na produção de fitoterápicos contra infecções causadas por bactérias patogênicas.

Conclusão

A partir dos resultados apresentados da atividade antimicrobiana dos extratos de *A. chica* frente amostras clínicas de *Pseudomonas sp.*, *E. coli*, *S. aureus* e *Klebsiella sp.*, verificou-se que os extratos aquosos da folha e do galho em concentração padronizada de 20mg/mL não apresentaram

inibição bacteriana assim como o extrato acetato de etila da folha, indicando a ausência de atividade antibacteriana na concentração descrita.

Referências

- ALBERTE, J. D. S. P.; RUSCALLEDA, R. M. I.; GUARIENTO, M. E. Qualidade de vida e variáveis associadas ao envelhecimento patológico. **Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, v. 13, n. 19, 2015.
- AMSON, G. VAN; HARACEMIV, S. M. C.; MASSON, M. L. Levantamento de dados epidemiológicos relativos à ocorrências/ surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTAs) no estado do Paraná Brasil, no período de 1978 a 2000. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1139–1145, 2006.
- FERREIRA, F. A. G.; CARVALHO, C. M.; COSTA, J. C.; FERREIRA, J. M. R. Comprovação do potencial medicinal de *Arrabidaea chica* (bignoniaceae). **Scientia Prima**, v. 01, n. 1, p. 15–20, 2013.
- FERREIRA, F. A. G.; SILVA, F. C.; CARVALHO, C. M.; COSTA, J. C.; FERREIRA, J. M. R. Perfil hematológico e bioquímico plasmático de camundongos após ingestão da planta *Arrabidaea chica*. **Scientia Plena**, v. 12, n. 9, 2016.
- FERREIRA, V. F.; PINTO, A. C. A fitoterapia no mundo atual. **Química Nova**, v. 33, n. 9, 2010.
- FUENTEFRÍA, D. B.; FERREIRA, A. E.; GRAF, T.; CORÇÃO, G. *Pseudomonas aeruginosa*: disseminação de resistência antimicrobiana em efluente hospitalar e água superficial. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 41, n. 5, p. 470–473, 2008.
- GOMES, T. A. T.; ELIAS, W. P.; SCALETSKY, I. C. A.; GUTH, B. E. C.; RODRIGUES, J. F.; PIAZZA, R. M. F.; FERREIRA, L. C. S.; MARTINEZ, M. B. Diarrheagenic *Escherichia coli*. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 47, p. 3–30, 2016.
- JUNIOR, V. F. V.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura? **Química Nova**, v. 28, n. 3, p. 519–528, 2005.
- NCCLS. **Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Fifteenth Informational Supplement**. [Online]. CLSI/NCCLS document M100-S15 [ISBN 1-56238-556-9]. Clinical and Laboratory Standards Institute, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898 USA. (2005). Disponível em: < http://www.anvisa.gov.br/servicos/health/manuals/clsi/clsi_OPASM100S15.pdf > Acesso em: 10 mar. 2019.
- OLIVEIRA, D. P. C.; BORRA, M. R. L.; FERREIRA, L. C. L.; LOZANO, J. L. L. Atividade antiinflamatória do extrato aquoso de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verl. sobre o edema induzido por venenos de serpentes amazônicas. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 2 B, p. 643–649, 2009.
- RIBEIRO, C. M. **Avaliação da atividade antimicrobiana de plantas utilizadas na medicina popular da amazônia**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ciências Farmacêuticas do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará, 2008.

Capítulo 22

Avaliação microbiológica de queijos Minas Artesanais produzidos na região da Serra Geral - MG

Edilene Thamara Barbosa*¹; Nayane Dourado Nunes¹; Janaína Teles de Faria²; Maximiliano Soares Pinto².

Resumo

Recentemente a região de Serra Geral situada no Norte de Minas Gerais foi oficialmente inserida dentre as tradicionais produtoras de queijos Minas artesanais. O estudo e a divulgação são importantes para melhoria da qualidade dos queijos assim como a determinação do tempo mínimo de maturação para alcançar os índices microbiológicos preconizados pela legislação vigente. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar as características microbiológicas de amostras de queijos Minas artesanais adquiridas no mercado informal do município de Porteirinha-MG. Foram realizadas análises de Coliformes totais, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* em queijos com no máximo 10 dias de maturação. Apenas uma amostra de queijo apresentou contagens de coliformes dentro do limite preconizado pela legislação vigente. O mesmo aconteceu para *S. aureus*, onde também apenas uma amostra apresentou contagem desta bactéria dentro do permitido. Todas amostras apresentaram contagens de *E. Coli* inadequadas, de acordo com a legislação. Os resultados mostraram que, o queijo Minas artesanal de Porteirinha quando comercializado com menos de 10 dias de maturação não alcançou ainda, contagens seguras dos grupos microbianos controlados pela legislação vigente. Estudos com queijos maturados por mais tempo são necessários para determinação do período mínimo de maturação.

Palavras-chave: Controle de qualidade. Leite cru. Segurança alimentar.

Introdução

O queijo artesanal é definido como sendo o queijo elaborado com leite integral, fresco e cru com características de identidade e qualidade específicas (MINAS GERAIS, 2018). No Brasil atualmente são produzidos diversos tipos de queijos artesanais em pelo menos dez regiões

¹Estudantes de Graduação em Engenharia de Alimentos, ICA-UFMG

² Professores do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG

reconhecidas como sendo tradicionais produtoras de queijos artesanais somente no estado de Minas Gerais. Atualmente já é possível encontrar queijos artesanais fora do Estado de Minas Gerais como: Santa Catarina, São Paulo, em praticamente todos os Estados do Nordeste e também alguns do Norte.

Em maio de 2018, a EMATER-MG apresentou estudo sobre a caracterização integrada da Serra Geral como produtora de queijo artesanal, o que contribuiu para o reconhecimento da região da Serra Geral como oficialmente produtora do queijo artesanal (MINAS GERAIS, 2018).

A partir da caracterização da região, em 19 de junho de 2018, o Instituto Mineiro de Agropecuária-IMA, publicou a Portaria n° 1825, pela qual identifica a região da Serra Geral como produtora de queijo artesanal. Está portaria contempla como produtores do queijo artesanal, 17 municípios, sendo: Catuti, Espinosa, Gameleiras, Janaúba, Jaíba, Mamonas, Matias Cardoso, Montezuma, Mato Verde, Monte Azul, Nova Porteirinha, Pai Pedro, Porteirinha, Riacho dos Machados, Santo Antônio do Retiro, Serranópolis de Minas e Verdelândia (MINAS GERAIS, 2018).

A caracterização do queijo artesanal da Serra Geral, contribuirá para que os produtores possam comercializar seus produtos em todo o estado de Minas Gerais, ganhando assim maior visibilidade no mercado, agregando valor a produto e contribuindo também para a geração de renda na região da Serra Geral. Os regulamentos de identidade e qualidade destes queijos são definidos pelas próprias associações de produtores e devem vir de encontro, a padronização dos serviços e produtos que são oferecidos no contexto globalizado onde tem se elevado a demanda por serviços e produtos de alta qualidade na aparência, qualidade nutricional, sanitária, sensorial, dentre outros também exigidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA (CÓCARO; JESUS, 2008).

As características dos queijos artesanais são influenciadas por vários fatores, dentre eles pode-se citar as condições edafo-climáticas de suas respectivas regiões produtoras. Por se tratar de um produto fabricado a partir do leite cru, com a microbiota específica de cada região, trata-se de um produto com identidade única e de grande valor agregado o que invariavelmente contribui para impulsionar a economia nas regiões onde são produzidos assim como os indicadores sociais que refletem em todo o Estado de Minas Gerais.

Contudo, o fato de ser fabricado a partir do leite cru, os queijos Artesanais são passíveis de contaminação por diversos microrganismos patogênicos o que pode colocar em risco a saúde do consumidor. A qualidade e segurança do queijo depende de muitos fatores dentre eles, a microbiota presente no leite, a microbiota contaminante e o tempo de maturação. Na maturação dos queijos são desenvolvidas as características de textura, sensoriais e físico-químicas, além disso, os estudos mostram que somente após maturado é possível queijos inócuos para consumo (DORES, 2007). As bactérias lácticas presentes na microbiota do leite se diferenciam de uma região para outra, sendo

geralmente constituídas por *Lactobacillus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Lactococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Leuconostoc spp.*, *Pediococcus spp.* e *Weissella spp.* *phylococcus spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Brevibacterium spp.*, (MALLET *et al.*, 2012).

De acordo com a Lei de Nº 23.157 de 18 de dezembro de 2018 que dispõe sobre o Processo de Produção de Queijo Minas Artesanal, as análises microbiológicas a serem realizadas para microrganismo não desejáveis são: Coliformes totais e termotolerantes, Estafilococos coagulase positiva, *Salmonella sp.* e *Listeria sp.* (Minas Gerais, 2018). Diante disso o objetivo do presente trabalho foi avaliar as contagens dos grupos microbianos *S. aureus*, *E. coli* e *Coliformes totais* em amostras de queijos Minas artesanais adquiridas no mercado do município de Porteirinha-MG.

Material e métodos

Coleta das amostras e análises microbiológicas.

Foram obtidas no município de Porteirinha na região da Serra Geral - MG nove amostras de queijos elaborados com leite cru de diferentes produtores da região, essas amostras foram conduzidas ao laboratório de tecnologia de produtos de origem animal do Centro de Pesquisa em Ciências Agrárias do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, foram maturados em ambiente climatizado a temperatura de 27 °C por no máximo 10 dias. Após esse período foram realizadas as análises microbiológicas em triplicata sendo as diluições 10⁻³, 10⁻⁴ e 10⁻⁵, em temperatura de incubação de 37°C e em seguida feita a contagem de *S. aureus*, coliformes totais e *E. coli* utilizando-se o Petrifilm 3M – Rapid *S. aureus* (RSA) Count Plate (AOAC 981.15) para *S. aureus* e Petrifilm Coliformes/*E.coli* (AOAC 991.14 – Contagem de Coliformes e *E. coli* em alimentos, película Reidratável Seca) para coliformes e *E. coli*, de acordo com os procedimentos determinados pelo distribuidor.

Resultados e discussão

Nenhumas das amostras analisadas apresentaram contagens de *E. coli* dentro do limite preconizados pela legislação vigente (2,70UFC/G) (Minas Gerais, 2008) como pode ser observado na (Tabela 1). Considerando os padrões microbiológicos preconizados pela mesma legislação, apenas a amostra “1” apresentou contagens abaixo do limite para coliformes totais (3,70 UFC/g) e a amostra “8” para *S. aureus* (3,00 UFC/g). Todas as demais amostras apresentaram as contagens acima do limite. Pode-se

observar ainda a presença de amostras muito contaminadas como a amostra “3” que apresentou mais de um milhão de coliformes totais e também *E. coli* por grama da amostra o que conseqüentemente descaracteriza o queijo pela presença de produtos da fermentação destes grupos microbianos.

Tabela 1 – Parâmetros microbiológicos dos queijos artesanais coletados na Serra Geral-MG.

Queijo	<i>Coliformes. Totais</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
	Log UFC/g		
1	3,03	3,49	3,01
2	5,77	4,04	3,63
3	6,85	6,06	4,41
4	4,63	4,28	3,76
5	7,05	5,40	4,69
6	5,32	4,56	4,04
7	6,57	4,62	4,26
8	4,78	3,71	2,59
9	5,59	5,12	4,49

Fonte: Dos autores, 2019.

É importante ressaltar no entanto, que nenhum dos queijos analisados apresentou contagens de *S. aureus* muito superiores a Log UFC/g o que diminui consideravelmente a possibilidade de produção de enterotoxinas estafilocócicas nos queijos. Outro fator a ser considerado é que nenhuma amostra analisada é oriunda de produtores cadastrados no IMA, o que denota que em relação a *S. aureus* os queijos possuem contagens menores do que outras regiões produtoras de queijos na época da certificação.

Em estudo conduzido por Brant, Fonseca e Silva (2007), foi observado que 37 das 40 amostras de queijo Minas artesanal do Serro analisadas, 20 analisadas frescas logo após a coleta, e 20 no último dia de validade (30 dias), apresentaram elevadas contagens de *Staphylococcus coagulase* positiva.

Assim como no presente trabalho realizado com queijos de Porteirinha, a contaminação pode estar relacionada a condições inadequadas de manipulação sendo o funcionário portador assintomática do microrganismo (na pele, pelos, cavidade oral e fossas nasais) e também aos altos índices de mastite observados nos rebanhos leiteiros das regiões tradicionais produtoras de queijos Minas artesanais. As altas contagens de *S. aureus* devem ser controladas, pois os queijos apresentam ótimas condições de crescimento para este microrganismo o que pode acarretar na produção de enterotoxinas extremamente resistentes causadoras de intoxicação alimentar (STAMFORD *et al*, 2006).

Borges *et al.* (2008) afirmaram que a ausência de Boas Práticas de Fabricação e Boas Prática Agrícolas pode ocasionar um alimento contaminado por *Staphylococcus Aureus* e conseqüentemente intoxicação alimentar. A sua presença é muito comum no leite cru devido a mastite estafilocócica que provoca prejuízos econômicos para o produtor e risco à saúde do consumidor. Órgãos extensionistas e também instituições de pesquisa e extensão devem estreitar as relações como os produtores a respectivas associações para que todos os elos da cadeia sejam observados e controlados garantindo assim ganhos para o consumidor, produtor, regiões produtoras e o próprio Estado.

Santos (2016), verificando o efeito do tempo de maturação sobre a evolução de micro-organismos em queijos, realizou estudo durante 60 dias, sendo estes maturados em temperatura e umidade controladas, apresentaram contagens máximas de 2,30 log UFC/g para *E. coli* e contagens de *coliformes totais* 5,18 log UFC/g quando ambos atingiram os sessenta dias de maturação, demonstrando que o período não foi suficiente para garantir a inocuidade dos queijos. Ao analisar amostras de queijo coalho do Sergipe, estas apresentaram 93,3% acima do preconizado para *coliformes termotolerantes*, sendo assim uma evidencia a presença de *E. coli* (SANTANA *et al.* 2008).

Muitos queijos comercializados estão acima do permitido pela legislação colocando em risco a saúde do consumidor e a qualidade do produto como demonstra Rocha *et al.* (2006), analisando sete marcas de queijo Minas Frescal comercializadas em São Paulo-SP, seis destas apresentavam valores acima do limite permitido de *coliformes totais* interferindo assim na sua qualidade. Segundo Mcsweeney (2007), os coliformes causam estufamento precoce em queijos por conta do processo fermentativo que ocorre quando este fica em contato com a lactose dos queijos, resultando em gases indesejáveis, mudando o aspecto do produto com olhaduras e assim alterando seu sabor, essa ocorrência acontece nas primeiras horas de produção dos queijos.

Conclusão

A avaliação microbiológica dos queijos maturados por no máximo 10 dias na Serra Geral, indica que os mesmos podem oferecer risco á saúde humana, de acordo com os parâmetros microbiológicos preconizados pela legislação. A contaminação está associada a condições inadequadas de higiene, produção e manipulação dos queijos assim como tempo de maturação insuficiente. Torna-se necessário o treinamento dos manipuladores, capacitação quando as Boas Práticas de Fabricação e Boas Práticas Agrícolas, além da fiscalização efetiva pelos órgãos, para não oferecer aos consumidores queijos impróprios para o consumo.

Referências

- BORGES, M de F. *et al.* Perfil de contaminação por *Staphylococcus* e suas enterotoxinas e monitorização das condições de higiene em uma linha de produção de queijo de coalho. **Ciência Rural**, v.38, n.5, ago, 2008.
- BRANT, L. M. F.; FONSECA, L. M.; SILVA, M. C. C. **Avaliação da qualidade microbiológica do queijo-de-Minas artesanal do Serro-MG.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 59, n. 6, p. 1570- 1574, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v59n6/33>. Acesso em: 05 maio 2019.
- CÓCARO, H.; JESUS, J. C. dos S. **Casos sobre a rastreabilidade bovina em empresas rurais informatizadas: impactos gerenciais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco. Anais... Rio Branco: Sober, 2008. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/9/607.pdf>. Acesso em: 02 maio 2019.
- DORES, M. T. **Enterotoxigenidade de *Staphylococcus aureus* isolados de queijo Minas artesanal da Canastra.** (Doutorado em Ciência e tecnologia de alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007.
- MALLET, A *et al.* Quantitative and qualitative microbial analysis of raw Milk reveals substantial diversity influenced by herd management practices. **International Dairy Journal**. V. 27, p. 13-21, 2012.
- McSWEENEY, P. L. H. **Cheese problems solved.** CRC Press: Boca Raton, Boston, New York, Washington, 2007. 425 p.
- MINAS GERAIS. Decreto nº 44.864. **Altera o regulamento da lei nº 14.185 de 31 de janeiro de 2002, que dispõe sobre o processo de Queijo Minas Artesanal.** Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1 de agosto de 2008.
- MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria nº 1825 de 19 de junho de 2018. **Identifica a região da Serra Geral do Norte de Minas como produtora de queijo artesanal.** Palácio da Liberdade, Belo Horizonte, 19 de junho de 2018. Disponível em http://jornal.iof.mg.gov.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/202875/caderno1_2018-06-20%204.pdf?sequence=1. Acesso em 04 maio 2019.
- ROCHA, J. S. *et al.* Condições de processamento e comercialização de queijos de Minas Frescal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 2, p. 263-272, 2006.
- SANTANA, R. F.; SANTOS, D. M.; MARTINEZ, A. C. C.; LIMA, Á. S. Qualidade microbiológica de queijo coalho comercializado em Aracaju, SE. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 6, p. 1517-1522, 2008.
- SANTOS, A. J. P. **Efeitos do período de maturação de queijos sobre a microbiota deteriorante e *listeria monocytogenes*.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2016, 36 p. Dissertação de Mestrado. Disponível em: http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/21364/1/2016_AndersonJoaquimPereiradosSantos.pdf. Acesso em: 06 maio 2019.
- STAMFORD, T. L. M. *et al.* Enterotoxigenidade de *Staphylococcus* spp. isolados de leite in natura. **Rev. Ciên. Tecnol. Aliment.** v.26, n.1, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n1/28846.pdf>. Acesso em: 28 maio 2019.

Capítulo 23

Avaliação microbiológica de saladas comercializadas em rede de *fast food*

Márcia Soares Gonçalves¹; Izis Rafaela Alves Silva^{*1}; Edineia Souza Araújo¹; Victor Lima Bomfim de Oliveira¹; Yane Neves Valadares², Lígia Miranda Menezes³

Resumo

As saladas prontas vêm sendo amplamente consumidas por indivíduos que buscam uma alimentação rápida e saudável. Este fato incentivou sua inclusão em cardápios comercializados por grandes empresas, como as redes de *fast food*. No entanto, nos últimos anos, esses produtos têm sido associados a surtos alimentares provenientes da presença de microrganismos patogênicos. Assim, torna-se necessário uma investigação contínua de sua segurança alimentar. Diante disto, o presente trabalho avaliou a qualidade microbiológica das saladas prontas, comercializadas em redes de *fast food* na região da Bahia. Para isto, foram coletadas quatro amostras de salada pronta, em três municípios distintos, de uma rede de *fast food*. Para cada amostra foram realizadas, em triplicata, as análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Salmonella* spp. e *Staphylococcus aureus*. Todas as amostras analisadas apresentaram contaminação por coliformes totais. Apenas a salada comercializada no município de Eunápolis apresentou níveis aceitáveis de coliformes termotolerantes, porém, em todas as amostras foi constatada a presença de *Salmonella* spp., tornando-a imprópria para o consumo. Em nenhuma amostra foi detectada a presença de *Staphylococcus aureus*, o que caracteriza o controle desse microrganismo nestes alimentos. Tais resultados apontam falhas na aplicação das boas práticas de fabricação, necessitando assim de medidas corretivas e monitoramento contínuo.

Palavras-chave: Legislação. Microrganismos Indicadores. *Salmonella* spp. *Staphylococcus aureus*. Vegetais.

¹Discente do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

²Discente do curso de graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

³Doutora em Ciência, Docente, Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

*Autor para correspondência: izis.rafaela@gmail.com

Introdução

A mudança de hábitos alimentares tem incentivado a ingestão diária de vegetais, sendo estes importantes fontes de vitaminas, minerais, fibras alimentares e fitonutrientes. Estudos apontam que uma dieta rica em vegetais pode reduzir o risco de doenças cardíacas e proteger o organismo contra certos tipos de câncer. Sendo assim, saladas prontas para o consumo são opções saudáveis, de baixo teor calórico e conveniente para um estilo de vida contemporâneo e ocupado (FAO, 2015).

As saladas prontas são caracterizadas como um alimento minimamente processado, uma vez que no seu processamento estão incluídas as etapas de higienização e sanitização, descascamento, corte, centrifugação, acondicionamento e ausência de tratamento térmico (pasteurização ou esterilização). Devido a sua praticidade e valor nutricional, o consumo por esse tipo de alimento vem crescendo e despertando o interesse comercial de grandes empresas, como redes de *fast foods*, locais onde são ofertados aos clientes diversos tipos de saladas prontas em seu cardápio (XYLIA *et al.*, 2019).

No entanto, as saladas prontas são mais suscetíveis à contaminação e proliferação microbiana, devido a procedimentos como o descascamento e o corte, que podem danificar sua proteção natural externa e liberar substâncias que favorecem o crescimento microbiano. Os vegetais têm sido considerados como veículos de patógenos de origem alimentar, incluindo cepas de *Escherichia coli* enterohemorrágicas, *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* (PARK *et al.*, 2012).

O consumo de vegetais frescos tem sido associado a um número crescente de surtos de doenças transmitidas por alimentos. A presença de extended-spectrum- β -lactamase (ESBL), por exemplo, viabiliza o desenvolvimento de bactérias, especialmente da família *Enterobacteriaceae*, em vegetais folhosos (KIM *et al.*, 2015).

A legislação brasileira estabelece padrões microbiológicos sanitários para alimentos. Para saladas mistas, temperadas ou não, com ou sem molho, com exceção das adicionadas de maionese e similares, o valor máximo permitido é de 10^2 coliformes a 45 °C/g, 10^3 *Staphylococcus* coagulase positiva/g, 10^3 *Bacillus cereus*/g e ausência de *Salmonella* spp./25 g (BRASIL, 2001).

No entanto, estudos realizados em saladas prontas identificaram a presença de coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella* spp., *Listeria* spp., leveduras e bolores, sendo que, a ocorrência dos principais patógenos alimentares, como *E. coli* O157:H7, *Listeria* spp. e *Salmonella* spp. foi relatado ocasionalmente (JEDDI *et al.*, 2014; LOSIO *et al.*, 2015).

A ingestão de saladas contaminadas pode ocasionar danos à saúde do consumidor, sendo de extrema importância a investigação da sua qualidade microbiológica, para que medidas efetivas de prevenção e controle de patógenos possam ser implementadas. Diante disto, este estudo tem como objetivo avaliar a qualidade microbiológica das saladas prontas comercializadas em uma rede de *fast food* localizada na região da Bahia.

Material e métodos

Para a realização do experimento, foram avaliadas quatro amostras de saladas prontas, compostas por: pepino, pimentão, cebola, picles, azeitona preta, alface e tomate, adquiridas aleatoriamente de unidades de uma rede de *fast food*, localizadas em três cidades do estado da Bahia (Itapetinga, Eunápolis e Vitória da Conquista), no mês de junho de 2019. As amostras foram coletadas assim que os estabelecimentos comerciais as expuseram para o consumo e acondicionadas em embalagens de primeiro uso, fornecidas pelo próprio estabelecimento. Em seguida, estas foram transportadas para o laboratório em caixa isotérmica fria e armazenadas a 7 °C, para posterior análise.

Para cada amostra, foram realizadas análises de coliformes totais, termotolerantes, *Salmonella* spp. e *Staphylococcus aureus*, em triplicata. Asepticamente, as amostras foram trituradas utilizando um processador de alimentos doméstico (modelo Maxxi 800W, marca Philco). Em seguida, foi pesada uma alíquota de 25 g de cada amostra e, cada uma, diluída em 225 mL de água peptonada 0,1 %, realizando-se diluições sucessivas até 10^{-3} em tubos contendo 9 mL do mesmo diluente para as análises de coliformes e 10^{-5} para análises de *Staphylococcus aureus*.

Para verificação de coliformes totais e termotolerantes, foi utilizada a técnica do número mais provável (NMP). Três alíquotas de 1 mL de cada uma das diluições das amostras foram inoculadas em uma série de três tubos, contendo caldo Lauril Triptose com incubação a 35 °C por 24-48 hs. A presença de gás e turvação do meio foi o indicativo da presença de coliformes nas amostras. Os tubos que apresentaram formação de gás e turvação foram submetidos ao teste para a confirmação de coliformes totais e termotolerantes. Para isso, uma alçada de cada tubo positivo foi transferida para tubos contendo meio de Bile Verde Brilhante (VB) e meio *E. coli* (EC). Os tubos com caldo VB foram incubados em estufa a 35 °C por 24-48 hs. A produção de gás e turvação foi confirmativa da presença de coliformes totais. Os tubos com caldo EC foram incubados em estufa por 24 hs a 44,5 °C, nos quais a presença de gás e turvação após esse período confirmou a presença de coliformes termotolerantes. Os resultados obtidos foram comparados com a tabela do NMP (APHA, 2001).

Para averiguar a presença de *Salmonella* spp., foi realizada a etapa de pré-enriquecimento seletivo, em água peptonada tamponada, com incubação a 35 °C/18-20 horas. Em seguida, alíquotas de 1 mL foram inoculadas em tubos contendo 10 mL de caldo Tetracionato e caldo Selenito Cistina e os mesmos foram incubados a 37 °C/24 hs. Após esse período, uma alíquota de cada tubo foi estriada em placas contendo os meios seletivos Ágar de Desoxicolato Lisina Xilose (XLD) e Ágar Bismuto Sulfito com incubação a 35 °C/18-24 hs. Os resultados foram descritos como Presença ou Ausência de *Salmonella* spp./25 g de amostra. (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2001).

Para verificar a presença de *Staphylococcus aureus*, três alíquotas de 0,1 mL das diluições 10^{-3} , 10^{-4} e 10^{-5} foram inoculadas em uma série de três placas de petri, contendo meio Ágar Base Sangue e incubado a 35 °C/24 hs, conforme instruções descritas pelo fornecedor. Para confirmação de colônias típicas de *Staphylococcus aureus*, foi realizada a técnica de coloração de gram, utilizando corantes cristal violeta, iodo e fucsina. Sendo esperado o aparecimento de bactérias com morfologia de cocos e em arranjo de cacho de uva. Colônias típicas nas placas foram enumeradas e as contagens de colônias em 1 g de amostra foram determinadas. As contagens foram reportadas como médias de unidades formadoras de colônias (UFC) por g.

Resultados e discussão

Após a análise dos resultados obtidos, foi possível comprovar a presença de coliformes totais em todas as amostras de saladas prontas (Tabela 1) com contagens a partir de 110 NMP/g. Os produtos comercializados nas unidades de *fast food* dos municípios de Itapetinga e Vitória da Conquista apresentaram maiores valores. Gurler *et al.* (2015) relatam uma contagem de coliformes totais em salada mediterrânea (57 NMP/g) inferior ao encontrado no presente estudo. A presença deste grupo de microrganismos pode servir como indicador da ineficiência da qualidade higiênico-sanitária de um produto.

Os coliformes termotolerantes foram encontrados em todas as amostras analisadas. A amostra de salada pronta da unidade de *fast food* do município de Eunápolis foi a única que estava com contagem (3,5 NMP/g) dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira que é de 100 NMP/g (BRASIL, 2001).

A taxa de contaminação por coliformes termotolerantes nas amostras comercializadas nos municípios de Itapetinga e Vitória da Conquista foram maiores que a relatada por Gurler *et al.* (2015) em salada russa (4 NMP/g). Este tipo de contaminação pode estar relacionado à limpeza e sanitização deficientes e/ou condições higiênico-sanitárias inadequadas de bancadas, equipamentos, utensílios e

manipuladores. A existência de coliformes termotolerantes é um indicativo de contaminação fecal e eventual presença de organismos patogênicos como a *Escherichia coli*. O consumo de alimento contaminado por *E. coli* pode ocasionar gastroenterites em seres humanos (MIR *et al*, 2018).

Tabela 1 – Qualidade microbiológica de salada pronta comercializada em rede de *fast food*

Unidade da rede de <i>fast food</i>	Coliformes Totais (NMP/g)	Coliformes Termotolerantes (NMP/g)	<i>Salmonella</i> spp./25 g	<i>S. aureus</i> (UFC/g)
A	240	240	Presente	0
B	110	3,5	Presente	0
C	240	240	Presente	0
D	240	240	Presente	0

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: A = Itapetinga, B = Eunápolis, C e D = Vitória da Conquista.

Com relação à presença de *Salmonella* spp., a legislação brasileira preconiza a ausência deste microrganismo em saladas prontas (BRASIL, 2001). Entretanto, todas as amostras analisadas confirmaram a presença deste microrganismo. Este fato pode estar relacionado a práticas incorretas de limpeza e sanitização advindas do fornecedor desses vegetais e/ou das unidades de *fast food* durante ou após o preparo das saladas. Além disso, existe um risco de contaminação cruzada, uma vez que a empresa também fornece opções de alimentos preparados com ingredientes de origem animal, como a carne de frango.

A presença de *Salmonella* spp. representa um risco aos consumidores, visto que o alimento em questão é um preparado pronto para consumo e não irá sofrer tratamento térmico. Além disso, este microrganismo é o mais frequente em casos de surtos de doenças transmitidas por alimentos (Mir *et al.*, 2018). A contaminação por *Salmonella* spp. também foi relatada por Gurler *et al.* (2015) em 14 % das amostras analisadas de salada mediterrânea.

A existência de *Staphylococcus aureus* nos alimentos pode ser interpretada como indicador de contaminação a partir de fossas nasais, boca e pele dos manipuladores, podendo causar surtos de intoxicação alimentar. As amostras de saladas prontas analisadas não apresentaram características morfológicas típicas de *S. aureus*, indicando a ausência desse microrganismo nas amostras, atendendo assim, os limites de 10^3 *Staphylococcus* coagulase positiva/g, estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2001). Faour-Klingbeil *et al.* (2016) em seus estudos sobre salada vegetal (salsa, alface e

rabanete), encontraram *Staphylococcus aureus* em 45,5 % das amostras analisadas, valor superior ao encontrado no presente estudo.

Conclusão

As redes de *fast food* apresentam uma opção prática de alimentos saudáveis, como as saladas prontas. No entanto, o presente estudo permitiu observar indício de inadequação da aplicação das boas práticas de fabricação, devido à presença de coliformes totais em todas as amostras comercializadas nas unidades da rede. A existência de coliformes termotolerantes nas redes de distribuição de Itapetinga e Vitória da Conquista, bem como a presença de *Salmonella* spp. em todas as amostras analisadas, tornam o alimento impróprio para o consumo, uma vez que infringe os valores estabelecidos pela legislação brasileira, podendo ocasionar doenças transmitidas por alimentos. Sugere-se que medidas corretivas devem ser adotadas, juntamente com um monitoramento contínuo, para garantir sua segurança microbiológica. A ausência de *S. aureus* nas amostras analisadas demonstra que esse microrganismo patogênico está controlado, não oferecendo risco à saúde do consumidor.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro por meio da concessão de bolsas de mestrado e doutorado.

Referências

- APHA. American Public Health Association. DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4th ed. American Public Health Association-APHA, 2001.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n. 12, de 02 de janeiro de 2001. **Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, 10 de janeiro, 2001. Seção 1, p.45-53.
- FAOUR-KLINGBEIL, D. *et al.* Understanding the routes of contamination of ready-to-eat vegetables in the Middle East. **Food Control**, v. 62, p. 125-133, 2016.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Promotion of Fruit and Vegetables for Health**. Report of the Pacific regional workshop, Rome, 2015.

- GURLER, Z. *et al.* The microbiological quality of ready-to-eat salads in Turkey: A focus on *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 196, p. 79–83, 2015.
- JEDDI, M. Z. *et al.* Microbial evaluation of fresh, minimally-processed vegetables and bagged sprouts from chain supermarkets. **Journal of Health, Population and Nutrition**, v. 32, p. 391-399, 2014.
- KIM, H.S. *et al.* Prevalence and characterization of extended-spectrum-/Mactamase-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* in ready-to-eat vegetables. **International Journal of Food Microbiology**, v. 207, p. 83-86, 2015.
- LOSIO, M.N. *et al.* Microbiological survey of raw and ready-to-eat leafy green vegetables marketed in Italy. **International Journal of Food Microbiology**, v. 210, p. 88-91, 2015.
- MIR, S. A. *et al.* Microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salads in developing countries and potential solutions in the supply chain to control microbial pathogens. **Food Control**, v. 85, p. 235-244, 2018.
- PARK, S. *et al.* Risk factors for microbial contamination in fruits and vegetables at the preharvest level: a systematic review. **Journal of Food Protection**, v. 75, p. 2055-2081, 2012.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. São Paulo: Varela, 2 edição. 2001.
- XYLIA, P. *et al.* Variation of microbial load and biochemical activity of ready-to-eat salads in Cyprus as affected by vegetable type, season, and producer. **Food Microbiology**, v. 83, p. 200-210, 2019.

PARTE 6

Tecnologia de Alimentos: Embalagens de Alimentos, Desenvolvimento e Processamento de Alimentos

Capítulo 1

Produção de corante natural azul a partir de jenipapo verde e maduro

Jéssica Souza Ribeiro*¹; Eduardo Bruno Macêdo Viana²; Matheus Ferreira Almeida³; Márcia Elena Zanuto⁴; Cassiara Camelo Eloi de Souza⁴; Cristiane Martins Veloso⁵

Resumo

É crescente a procura por aditivos naturais pela indústria de alimentos, que sejam mais seguros para o ser humano e sustentáveis do ponto de vista ambiental, atendendo a um mercado cada vez mais exigente. Um grupo de compostos que pode ser utilizado pela indústria são os corantes. Estes aditivos, quando artificiais, são os que apresentam maiores indícios de toxicidade, estando relacionados ao desenvolvimento de diversas doenças e distúrbios, que envolvem desde o desenvolvimento de Transtorno de Hiperatividade e Déficit de Atenção (TDAH), autismo, neoplasias, asma e outras reações alérgicas. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um corante natural azul a partir de frutos verdes e maduros de jenipapo, para ser futuramente utilizado em alimentos. Foi possível produzir o corante azul com frutos verdes de jenipapo, mas para produzi-lo a partir de frutos maduros é necessário hidrolisar previamente o geniposídeo, disponibilizando a genipina para reação com aminoácidos.

Palavras-chave: Aditivos alimentares. Fruto do cerrado. Genipina. Genipocianina. Pigmentos.

Introdução

O jenipapeiro é uma árvore frutífera, pertencente à família Rubiaceae que habita todo o continente sul-americano, ocorrendo principalmente em regiões de clima quente e úmido. No Brasil, sua distribuição ocorre nas regiões Centro-Oeste, Sudeste, Norte e no Nordeste, sendo comumente encontrado no Estado da Bahia. Conhecido como jenipapo na maior parte do território brasileiro, este

¹Docente, Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CETENS/UFRB), doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (PPGECAL/UESB);

²Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (PPGECAL/UESB);

³Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB);

⁴Docente, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia (IMS/UFBA);

⁵Docente, Departamento de Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (DCN/UESB).

*Autor para correspondência: e-mail: jsribeiro.nutri@gmail.com.

recebe outras denominações como: jenipá ou jenipapinho no Pará, huito na fronteira entre Brasil e Peru, genipa na Guiana Francesa, guayatil no Panamá, nandipáguazú na Argentina e jagua em outros países de língua espanhola. Incluindo o gênero *Genipa*, são reconhecidas duas espécies: *Genipa americana* (planta jovem com folhas inteiras e corola hipocrateriforme) natural e cultivada em toda a América Central e América do Sul, e *Genipa infundibuliformis* (planta jovem com folhas lobadas e corola infundibuliforme), até o momento, encontrada somente no Brasil centro-meridional (SOUSA *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2014).

A frutificação ocorre uma vez por ano, geralmente de novembro a março e, às vezes, entre abril e agosto, ocorrendo florescimento das plantas entre outubro e dezembro, com maturação do fruto entre maio e agosto, sendo o pico de maturação em junho. O fruto do jenipapeiro é uma baga, subglobosa, medindo de 8 cm a 10 cm de comprimento e 6 cm a 7 cm de diâmetro, apresenta coloração amarelada quando maduro, observando-se variações entre a cor parda ou pardacento-amarelada, casca mole e solta ou firme e aderida à polpa, membranosa, fina e enrugada. A polpa apresenta coloração parda, é succulenta, adocicada e mole, contendo numerosas sementes alongadas ou arredondadas no centro. As sementes são fibrosas, albuminadas, castanho-escuras e comprimidas e achatadas, medindo de 6 mm a 12 mm de comprimento. Seu sabor é característico e pronunciado (SOUSA *et al.*, 2007).

Os principais fitoquímicos presentes no jenipapeiro e encontrados em praticamente toda a planta (folhas, casca, frutos e raízes) são representados por iridoides, taninos, fitosteróis e tocoferóis (SOUZA MENDONÇA; SILVA; 2013).

Ueda e Iwahashi (1991) isolaram a partir do jenipapo a molécula do geniposídeo, composto que é a forma glicosilada e incolor do iridoide genipina, sendo esta última a substância responsável pela formação de um pigmento de coloração que varia do azul escuro ao preto quando oxidada na presença de aminoácidos. O geniposídeo é a forma encontrada nos frutos maduros, já a genipina está presente nos frutos verdes.

Os dois compostos têm sido estudados nos últimos anos devido às suas propriedades farmacológicas, dentre elas a sua atividade antioxidante *in vivo* e *in vitro*, atividade colerética, antitumoral, antiasmática e capacidade de inibição enzimática, e tecnologicamente para a produção de corante azul e reticulação de gelatina e quitosana (LIAW; CHAO, 2001; CUI *et al.*, 2014). Antes de ser absorvido, o geniposídeo é convertido a genipina pela enzima β -glicosidase produzida pela microbiota intestinal. Considerando-se a toxicidade, o geniposídeo/genipina possuem citotoxicidade ente 5.000 e 10.000 vezes menor que o glutaraldeído, e o geniposídeo é menos tóxico que a genipina. (KANG; KHANAL; KIM, 2012).

Diversos estudos indicam que existem riscos potenciais decorrentes do consumo de corantes artificiais, que são relacionados ao desenvolvimento de diversas doenças e distúrbios, que envolvem desde o desenvolvimento de Transtorno de Hiperatividade e Déficit de Atenção (TDAH), autismo, neoplasias, asma e outras reações alérgicas (PRADO; GODOY, 2003). Além disso, é crescente a procura por aditivos alimentícios naturais, que apresentem menores riscos associados ao seu consumo e que sejam ambientalmente sustentáveis, atendendo a um mercado cada vez mais exigente quanto a estes critérios.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi produzir um corante natural azul para uso potencial pela indústria alimentícia, utilizando frutos de jenipapo.

Material e métodos

Determinação das características físicas, físico-químicas e químicas do jenipapo

As análises físicas realizadas nos frutos verdes e maduros de jenipapo compreenderam a determinação dos diâmetros transversal e longitudinal, peso e rendimento. As análises físico-químicas abrangeram a determinação do teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total (ATT), acidez titulável em ácido cítrico (AT), relação SST/AT (sendo estas três determinações utilizadas para estimar o estágio de maturação dos frutos) e pH. Já as análises de composição química compreenderam a determinação da composição centesimal, de carotenoides totais e de vitamina C (IAL, 2008; AOAC, 2010).

Determinação do teor de ácido ascórbico

O teor de vitamina C foi determinado por óxido-redução, através titulação da amostra iodato de potássio na presença de amido e iodeto de potássio (IAL, 2008).

Determinação do teor de carotenoides totais

Os carotenoides totais foram quantificados por meio de extração em acetona refrigerada e separação com éter de petróleo, protegido da luz, seguida de leitura em espectrofotômetro de absorção molecular, com comprimento de onda igual a 450 nm (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004).

Produção de corante

A polpa com casca dos frutos foi separada das sementes com endocarpo, sendo as partes pesadas separadamente. A polpa com casca foi triturada em liquidificador de baixa rotação (3.500 rpm) por 5 minutos, com 3 partes de água destilada para cada parte de fruto (1:3, m:v). A mistura foi aquecida a 55°C, com agitação, durante 30 minutos, sendo levada ao banho ultrassônico (40 kHz, 30 minutos). Após isso, a mistura foi filtrada a vácuo em organza e centrifugada a 2.202 xg por 5 minutos. Para a reação que promove a formação de cor, adicionou-se glicina ao sobrenadante, considerando que a reação entre esse aminoácido e a genipina é de 1:1 (n:n).

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram apresentados por meio de estatística descritiva.

Resultados e discussão

O resultado das caracterizações física e físico-química dos frutos de jenipapo verde e maduro são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização físico-química de frutos de jenipapo verde e maduro.

Parâmetros	Jenipapo verde	Jenipapo maduro
Peso (g)	154,2 ± 39,07	156,2 ± 50,18
Diâmetro longitudinal (cm)	8,79 ± 0,48	7,75 ± 1,16
Diâmetro transversal (cm)	7,15 ± 0,58	5,77 ± 0,80
SST (°Brix)	19,58±1,18	16,58±0,14
pH	4,68±0,03	3,53±0,02
AT (em % de ác. cítrico)	1,19±0,05	0,95±0,06
ATT (%)	18,54±0,81	14,88±0,92
SST/AT	16,48±1,49	17,38±1,13

Fonte: Dos autores, 2019.

A caracterização físico-química dos frutos de jenipapo verde e maduro foi realizada com a finalidade de observar parâmetros que podem ser utilizados, preliminarmente, como indicadores do

estádio de maturação ideal para a extração do corante. Apesar de mais estudos serem necessários para a confirmação desses resultados, observam-se algumas diferenças entre os frutos verdes e maduros.

De acordo com estes resultados, pode-se observar que não ocorrem grandes alterações para os parâmetros analisados no jenipapo em diferentes estádios de maturação, havendo apenas modificações mais acentuadas no pH, na acidez titulável total e nos sólidos solúveis totais. A relação SST/AT aumentou nos frutos maduros, conforme esperado.

As informações contidas na Tabela 2 indicam que a composição centesimal do jenipapo também não sofre grandes alterações durante o amadurecimento. Foram observadas, apenas, diferenças no teor de umidade e carboidratos das cascas de frutos verdes comparados aos maduros, e alterações no teor de proteínas e fibras nas cascas e polpas de frutos com diferentes estádios de maturação.

Os frutos verdes e maduros de jenipapo apresentaram $24,57 \pm 0,28 \mu\text{g}/100\text{g}$ e $20,54 \pm 0,50 \mu\text{g}/\text{g}$ de carotenoides totais, respectivamente, sendo encontrados apenas traços de vitamina C nesses frutos.

Tabela 2 - Composição centesimal e valor energético da casca e polpa dos frutos de jenipapo verde e maduro (base úmida)

Parâmetros	Jenipapo verde		Jenipapo maduro	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Umidade (%)	$69,20 \pm 0,10$	$81,50 \pm 0,22$	$75,60 \pm 0,29$	$81,80 \pm 0,21$
Cinzas (%)	$0,70 \pm 0,06$	$0,75 \pm 0,03$	$0,56 \pm 0,04$	$0,56 \pm 0,04$
Proteínas (g/100g)	$2,60 \pm 0,05$	$0,89 \pm 0,07$	$1,73 \pm 0,40$	$1,07 \pm 0,13$
Lipídios (g/100g)	$0,34 \pm 0,05$	$0,04 \pm 0,01$	$0,13 \pm 0,04$	$0,09 \pm 0,04$
Carboidratos (g/100g)	$27,16 \pm 0,05$	$16,82 \pm 0,04$	$21,98 \pm 0,07$	$16,48 \pm 0,04$
Fibras totais (g/100g)	$29,33 \pm 1,69$	$8,45 \pm 0,21$	$19,39 \pm 4,15$	$11,92 \pm 1,05$
Valor energético (kcal/100g)	$122,10 \pm 0,20$	$71,20 \pm 0,16$	$96,01 \pm 0,68$	$71,01 \pm 0,28$

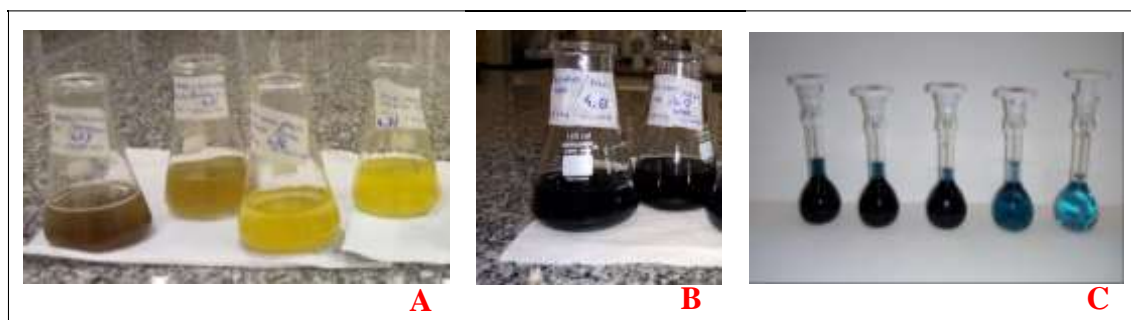
Fonte: Dos autores, 2019.

O resultado da reação de cor para a produção de corante natural azul a partir dos frutos de jenipapo verde e maduro é apresentado na Figura 1.

Como pode ser observado, ocorreu a produção de corante natural azul por meio da reação do extrato de frutos verdes de jenipapo com o aminoácido glicina, não sendo observado o mesmo efeito quando foram utilizados frutos maduros. Esse resultado se justifica pela reação entre a glicina e a

genipina livre presente nos frutos verdes de jenipapo, formando o composto denominado genipocianina. Tal reação não ocorre entre aminoácidos e o geniposídeo presente em frutos maduros, visto que há necessidade de hidrólise enzimática prévia deste composto, para liberação da aglicona (genipina) e produção de corante azul (FUJIKAWA; FUKUI; KOGA, 1987).

Figura 1 – Extratos de jenipapo maduro (A) e verde (B) após reação com glicina e extratos contendo genipocianina em diferentes diluições (C)



Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusão

Foi possível obter um corante natural azul escuro a partir da reação entre extratos de frutos verdes de jenipapo e o aminoácido glicina, não sendo observado o mesmo efeito para a reação utilizando-se extratos de frutos maduros. Isso se justifica pelo fato de, nesses últimos, a genipina se apresentar em sua forma glicosilada (geniposídeo), sendo necessária a realização prévia de hidrólise enzimática da mesma. Estes resultados demonstram o potencial deste fruto para a indústria alimentícia e apontam para a necessidade de estudos futuros para a classificação dos frutos quanto ao estágio de maturação, para a otimização dos métodos de extração e para o desenvolvimento de pré-tratamentos que permitam, também, a utilização de frutos maduros na obtenção do pigmento e para o estudo da estabilidade do corante produzido.

Referências

- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 18 ed. Washington: AOAC, 2010.
- CUI, L.; JIA, J.; GUO, Y.; LIU, Y.; ZHU, P. Preparation and characterization of IPN hydrogels composed of chitosan and gelatin cross-linked by genipin. **Carbohydrate Polymers**, v. 99, p. 31–38, 2014.

- FUJIKAWA, S.; FUKUI, Y.; KOGA, K. Structure of genipocyanin G₁, a spontaneous reaction product between genipin and glycine. **Tetrahedron Letters**, v. 28, n. 40, p. 4699-4700, 1987.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- KANG, M. J.; KHANAL, T.; KIM, H. G. Role of metabolism by human intestinal microflora in geniposide-induced toxicity in HepG2 cells. **Archives of Pharmacal Research**, v. 35, p. 733-738, 2012.
- LIAW, J.; CHAO, Y. Effect of in vitro and in vivo aerosolized treatment with geniposide on tracheal permeability in ovalbumin-induced guinea pigs. **European Journal of Pharmacology**, v. 433, p. 115 – 121, 2001.
- PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, p. 237-250, 2003.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **Harvestplus Handbook for Carotenoid Analysis**. HarvestPlus Technical Monograph 2. Washington, DC and Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT). Copyright HarvestPlus, 2004.
- SILVA, A. V. C.; FREIRE, K. C. S.; LÊDO, A. S.; RABBANI, A. R. C. Diversity and genetic structure of jenipapo (*Genipa Americana* L.) Brazilian accessions. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 5, p. 345-355, 2014.
- SOUSA, C. S. da; SILVA, S.A.; HANSEN, D. S.; FONSECA, A. A. O. Correlações entre caracteres físicos e químicos de jenipapeiros nativos do Recôncavo Baiano. Nota Científica. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 270-272, jul. 2007.
- SOUZA, R. K. D.; MENDONÇA, A. C. A. M.; SILVA, M. A. P. Aspectos etnobotânicos, fitoquímicos e farmacológicos de espécies de Rubiaceae no Brasil. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 18, n. 1, p. 140-156, 2013.
- UEDA, S.; IWAHASHI, Y. Production of anti-tumor-promoting iridoid glucosides in *Genipa americana* and its cell cultures. **Journal of Natural Products**, v. 54, p. 1677-1680, 1991.

Capítulo 2

Alho Negro: Investigação do escurecimento e formação do composto 5-hidroxiacetilfurfural

Liliane de Souza Pires*¹; Maria Aparecida Mauro¹

Resumo

O objetivo do presente estudo foi determinar o tempo de processamento para obtenção de alho negro, balanceando o desenvolvimento de cor com a formação do composto 5-hidroxiacetilfurfural (HMF), assim como adaptar um método analítico para sua quantificação em alho. O alho negro foi obtido a partir de bulbos de alho frescos, armazenados em ambiente com temperatura a 353 K e umidade relativa de 94,5 % durante quinze dias. O método de análise de HMF determinou os derivados do ácido 2-tiobarbitúrico do HMF por meio de medidas espectrofotométricas de UV. Devido à interferência de substâncias provenientes do alho fresco, o método foi adaptado. A porcentagem de recuperação de HMF foi de 111,9 % para alho fresco e 121,5 % para alho negro. A cinética de escurecimento foi avaliada através de medidas de cor em espectrofotômetro, cujo sistema de leitura foi o CIELAB. A cor adequada no alho negro ($L^* \cong 10$) foi obtida após 9 dias de processamento, correspondendo à concentração de 24,7 mg HMF/kg de alho negro, cujo valor está abaixo do limite estabelecido pela Regulamentação Brasileira (60 mg/kg), mostrando que este período foi adequado para proporcionar características desejáveis e garantir a segurança alimentar.

Palavras-chave: Cor. HMF. Interferente. Maturação.

Introdução

O alho negro apresenta consistência pastosa com aspecto negro e sabor levemente adocicado, devido ao processo de maturação. Ele pode ser obtido a partir de alho fresco, através de seu armazenamento em temperaturas em torno de 350 K e altas umidades relativas por longos períodos, sem necessidade de tratamentos adicionais ou aditivos (CHOI; CHA; LEE, 2014). O alho pode ser benéfico para a saúde por ser fonte de compostos bioativos, tanto fenólicos quanto sulfurosos, mas ao mesmo tempo, apresentar efeitos adversos devido à elevada pungência (CHOI; CHA; LEE, 2014),

¹Departamento de Tecnologia e Engenharia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (IBILCE), UNESP - Universidade Estadual Paulista, Rua Cristóvão Colombo, 2265, 15054-000 São José do Rio Preto, SP, Brasil

*Autor para correspondência: liliannesouzapires@gmail.com

com possibilidade de causar efeitos colaterais como anemia, alteração de proteína sérica e destruição da microflora intestinal (RAY; CHAUHAN; LAHIRI, 2011). Estudos recentes apontam que o alho negro possui mais propriedades antioxidantes que o alho fresco, devido ao maior conteúdo de compostos fenólicos e flavonoides (CHOI; CHA; LEE, 2014, KIM; KANG; GWEON, 2013).

No entanto, existem muitas questões ainda pouco esclarecidas sobre as principais transformações que ocorrem durante o tempo de maturação, quanto à formação de compostos da degradação de açúcares, como o HMF, um produto da reação de Maillard que provoca escurecimento em alimentos. Esse composto, presente no alho negro, é uma substância que apresenta atividade antioxidante (LU *et al.*, 2017; ZHANG *et al.*, 2016). Entretanto, de acordo com Chihara *et al.* (2013), o HMF pode ser metabolizado em um composto mutagênico, com atividade citotóxica, genotóxica e carcinogênica, sendo, portanto, recomendado dentro de limites diários de consumo.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o desenvolvimento de cor durante o processamento, balanceando cor com formação de HMF, bem como adaptar um método analítico para quantificar seu teor em alho negro, garantindo a segurança alimentar.

Material e métodos

Material

Alhos (*Allium sativum*) frescos, grupo roxo, subgrupo nobre, classe 7 (diâmetro transversal maior que $56 \cdot 10^{-3}$ m), tipo especial, origem China, safra de 2016, foram adquiridos no mercado de São José do Rio Preto – São Paulo.

Métodos

Obtenção do Alho Negro

Bulbos de alho frescos com boa aparência e isentos de danificações tiveram seus bulbilhos descascados. O processo foi realizado em recipientes de vidro hermeticamente fechados, contendo em torno de oitenta e quatro bulbilhos, dispostos sobre um suporte de vidro, acima de uma solução salina saturada de sulfato de potássio (K_2SO_4) cuja umidade relativa, na temperatura de processo (353 K), foi de 94,5 %. Os recipientes foram dispostos no interior de estufa (± 1 K e uniformidade ± 2 K)

(modelo NL82 / 336, Simétrica, Brasil) durante quinze dias. O processamento do alho foi realizado em duplicata.

Métodos analíticos

A determinação da cor foi realizada em quadruplicata, em espectrofotômetro de bancada (modelo ColorFlex45/0, marca Hunterlab, Estados Unidos), pelo sistema CIELAB, usando versão 4.10 do Software Universal com as seguintes configurações: iluminante D65, observador a 10°. Além dos parâmetros L^* , a^* e b^* , a intensidade foi avaliada através da cromaticidade C^* , e o grau de tonalidade pelo ângulo *hue* (h^*), definidos segundo:

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (1)$$

$$h^* = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (2)$$

A cinética de escurecimento foi analisada teoricamente para determinar a taxa de variação dos parâmetros de cor. A taxa de reação de segunda ordem foi a que melhor representou os resultados, cuja equação é dada a seguir:

$$\frac{1}{A} = kt + \frac{1}{A_0} \quad (3)$$

sendo que A representa os parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , C^* , e h^*) e k é a constante da taxa de reação (s^{-1}).

Determinação do composto 5-hidroximetilfurfural

Extração

Amostras de alho fresco ($2,5 \cdot 10^{-3}$ kg) e alho negro ($1 \cdot 10^{-3}$ kg) obtidas a partir do processamento conduzido em duplicata, foram submetidos à extração, também em duplicata. As amostras foram homogeneizadas com 20 mL de solução aquosa a 90 % de álcool etílico em tubos tipo *Falcon* e misturadas em agitador de tubos (NA3600, Norte Científica, Brasil) a 398 rad/s durante 60 s. Os extratos foram centrifugados (Z326K, Hermle, Alemanha) a 868 rad/s durante 600 s a 298 K. O extrato foi coletado em balão volumétrico de 50 mL e o volume, completado com solução aquosa a 90 % de álcool etílico.

5-hidroximetilfurfural (HMF)

O composto HMF foi determinado em cada uma das duplicatas do extrato, de acordo com o método de Keeney e Bassette (1959). Alíquotas de 2 mL de cada extrato foram adicionadas em tubos de ensaio de vidro e posteriormente foram adicionados 2 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 12 % e 2 mL de ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) 0,025 M. Os tubos foram colocados em banho-maria (SI/6 Aneis/18L, Simétrica, Brasil) a 313 K durante 3.000 s. A absorbância foi medida a 443 nm em espectrofotômetro (G10S UV-Vis, Termo Fisher Scientific, China). Os resultados da concentração de HMF foram expressos em mg/kg, obtidos a partir da construção da curva padrão usando diferentes concentrações de HMF. Todas as análises de HMF foram conduzidas em duplicata.

A determinação de HMF em extrato tratado com carvão ativado se baseou no método de Keeney e Bassette (1959), modificado e com adaptações do método utilizado por Zhang *et al.* (2013). 20 mL de cada extrato foram adicionados em tubos de ensaio de vidro contendo cerca de $2 \cdot 10^{-3}$ kg de carvão ativado. A solução foi aquecida em banho-maria (SI/6 Aneis/18L, Simétrica, Brasil) e deixada em ebulição por 60 s, esfriada e filtrada em papel filtro. A partir daqui o procedimento seguiu o descrito anteriormente sem a adição de carvão ativado. Os resultados da concentração de HMF foram expressos em mg/kg, obtidos a partir da curva padrão usando diferentes concentrações de HMF. Além disso, uma segunda curva padrão foi determinada usando carvão ativado. Um coeficiente de calibração (Equação 4) foi obtido com base na relação de absorbância sem e com tratamento a carvão.

$$k_{HMF} = \frac{A_{443}^{HMF}}{A_{carvão, 443}^{HMF}} \quad (4)$$

Portanto, o conteúdo de HMF no alho fresco e negro tratado com carvão ativado pode ser calculado de acordo com a Equação 5:

$$C_{HMF} = c_{HMF} \cdot M_{HMF} \cdot k_{HMF} \cdot D \quad (5)$$

sendo que, C_{HMF} é o conteúdo de HMF na amostra (mg/kg), c_{HMF} é a concentração de HMF ($\mu\text{mol/L}$) na solução, M_{HMF} é a massa molecular de HMF, k_{HMF} é o coeficiente de calibração e D é o coeficiente de diluição.

Recuperação do HMF

A recuperação de HMF foi expressa como porcentagem de uma quantidade conhecida de HMF, através da relação entre a concentração média determinada experimentalmente e a concentração teórica correspondente à adição do composto (LEMOS; SANTOS; SANTOS, 2010). Quantidades conhecidas de HMF foram adicionadas em cada uma das duplicatas de extrato das amostras de alho fresco, de alho negro e correspondentes repetições e, a seguir, procedeu-se à análise de HMF, em duplicata, de acordo com cada metodologia descrita anteriormente. As amostras com e sem adição de padrão (HMF) foram analisadas simultaneamente, e a recuperação foi expressa como uma porcentagem da quantidade medida de HMF em relação à quantidade adicionada na matriz.

Métodos estatísticos

A eficiência de ajuste foi baseada no coeficiente de determinação do ajuste (R^2).

Resultados e discussão

Mudança da cor durante o processo de maturação

O processo causou o desenvolvimento de cor escura, com uma diminuição significativa do parâmetro L^* nos primeiros nove dias de processamento, de 69,94 (alho fresco) para o valor de 9,68 (Tabela 1), sendo que $L^* \cong 10$ tem mostrado ser uma cor adequada que corresponde às demais características esperadas em alho negro. A cinética de escurecimento foi bem descrita por uma reação de segunda ordem e apresenta a maior constante ($k = 0,0110 \text{ s}^{-1}$, $R^2 = 0,9762$) (Tabela 1). A cor amarela também sofreu diminuição acelerada, apresentando a segunda maior taxa ($k = 0,0084 \text{ s}^{-1}$, $R^2 = 0,9744$). Por sua vez, a cor vermelha apresentou pequenas variações, sem uma tendência clara, mas com valores sempre baixos. A intensidade de cor C^* diminuiu devido à grande influência que b^* causou sobre sua variação. O ângulo *hue* partiu da tonalidade amarela de alho cru e tendeu à tonalidade alaranjada conforme o tempo de processo avançou.

Tabela 1 – Parâmetros de cor do alho fresco e do alho negro durante seu processamento

Amostras	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*
Alho fresco	69,94 ± 0,09	2,62 ± 0,06	34,55 ± 0,03	34,64 ± 0,03	85,67 ± 0,09
3 dias	29,99 ± 1,38	10,24 ± 0,06	24,12 ± 0,44	26,21 ± 0,39	67,00 ± 0,51
6 dias	12,64 ± 0,96	7,31 ± 0,15	13,70 ± 0,81	15,52 ± 0,79	61,89 ± 0,93
9 dias	9,68 ± 0,23	6,36 ± 0,02	11,05 ± 0,05	12,75 ± 0,05	60,10 ± 0,04
12 dias	6,37 ± 0,18	5,24 ± 0,30	7,38 ± 0,19	9,05 ± 0,33	54,65 ± 0,83
15 dias	6,03 ± 0,02	5,07 ± 0,17	6,85 ± 0,11	8,53 ± 0,19	53,50 ± 0,49
k (s ⁻¹)	0,0110 (*)	Nq	0,0084 (*)	0,0064 (*)	0,0004 (*)
R^2	0,9762	Nq	0,9744	0,9760	0,9091

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: L^* = Luminosidade, a^* = Intensidade da cor verde a vermelho, b^* = Intensidade da cor amarela a azul, C^* = Cromaticidade e h^* = Grau de tonalidade representado pelo ângulo *hue*
 nq = não quantificado; (*) = Segunda ordem

Formação de 5-Hidroximetilfurfural (HMF) em alho negro

O HMF, um produto da reação de Maillard que causa escurecimento e simultaneamente exibe atividade antioxidante (LU *et al.*, 2017), tem sido objeto de muitos estudos que discutem seus efeitos prejudiciais e benéficos à saúde (CHIHARA *et al.*, 2013). Entretanto, como o HMF pode ser metabolizado a 5-sulfooximetilfurfural (SMF), composto que pode se ligar ao DNA e apresentar efeitos citotóxicos e mutagênicos, sua ingestão diária deve ser limitada (CHIHARA *et al.*, 2013). Segundo a atual regulamentação brasileira, a quantidade máxima do (HMF) é de 60 mg/kg, no caso do mel (BRASIL, 2000).

Utilizando a metodologia de Keeney e Bassette (1959), o teor médio de HMF obtido em alho fresco foi de 22,82 mg/kg (Tabela 2), porém, essas amostras deveriam apresentar valores nulos. Na Figura 2 foi possível identificar uma banda de baixa intensidade no comprimento de onda a 443 nm, indicando que as leituras das amostras frescas foram afetadas por interferentes. Nos testes com adição de HMF, a porcentagem de sua recuperação em alho fresco foi de 287,47 %, indicando grande interferência (Figura 1, Tabela 2). Testes de recuperação realizados em alho negro com nove dias de processamento apresentaram porcentagem de recuperação de 148,81 %, indicando que as amostras de alho negro também são afetadas por interferentes. Portanto, a metodologia de Keeney e Bassette (1959) aplicada a alho apresentou resultados inconsistentes devido à possíveis interferências.

Utilizando a metodologia de Keeney e Bassette (1959) com a adaptação baseada em Zhang *et al.* (2013), que elimina interferentes com o uso de carvão ativado, o teor médio de HMF em alho fresco obtido foi de 7,79 mg/kg de amostra (Tabela 2). Entretanto, esse valor é resultado de leituras de absorbâncias médias muito baixas, entre 0,02 e 0,04, indicando concentrações muito baixas, cujas

leituras, nessas faixas, perdem a exatidão. Analisando a varredura espectral (Figura 1), a banda de baixa intensidade obtida no comprimento de onda a 443 nm pela metodologia de Keeney e Bassette (1959) foi eliminada com a aplicação do carvão ativado, indicando que as leituras das amostras frescas são pouco afetadas por interferentes, como mostra a Tabela 2, cuja porcentagem de recuperação do HMF foi de 111,90 %.

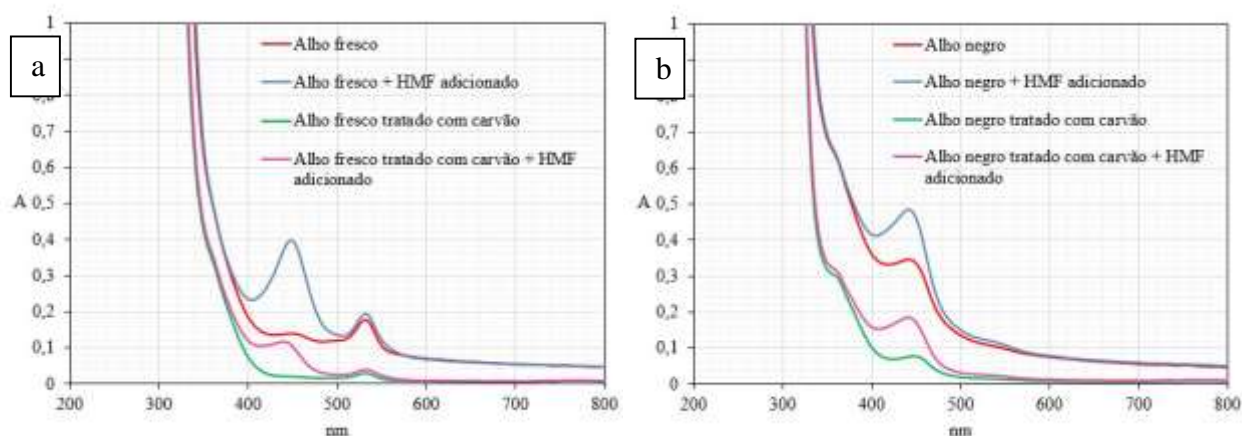
Tabela 2 – HMF em alho fresco e alho negro com nove dias de processamento.

Amostras	HMF (mg HMF/kg de amostra)	Amostra + HMF adicionado (mg HMF/kg de amostra)	Recuperação %
Tratamento sem carvão ativado			
Alho Fresco	22,82 ± 0,02	70,20 ± 4,71	287,47
Alho Negro	144,40 ± 2,73	203,66 ± 2,56	148,21
Tratamento com carvão ativado			
Alho Fresco	7,79 ± 4,19	22,81 ± 4,86	111,90
Alho Negro	24,66 ± 3,21	82,08 ± 5,23	121,53

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Média ± desvio padrão

Figura 1 – Sobreposição de espectros das amostras de alho fresco (a) e alho negro (b) reagidos com TCA e TBA, com e sem tratamento com carvão ativado



Fonte: Dos autores, 2019.

Aos nove dias de processamento, o teor médio de HMF no alho negro foi de 24,9 mg/kg da amostra, o que representa um valor bem inferior ao limite estabelecido pela legislação, de 60 mg/kg. A Tabela 2 mostra também que a porcentagem de recuperação do HMF no alho negro, quando carvão ativado é utilizado, foi de 121,53 %.

Conclusão

A alta temperatura do processo combinada com a umidade relativa proporcionada pela solução salina saturada de K_2SO_4 promoveu o desenvolvimento da coloração escura do alho negro, verificado pela redução significativa do parâmetro L^* . Concluiu-se que 9 dias de processo foram suficientes para fabricá-los sob condições pré-estabelecidas de cor, considerando os parâmetros de processo utilizados.

A aplicação do carvão ativado para minimizar os efeitos dos possíveis interferentes durante a determinação do composto HMF foi adequada para as amostras de alho. Após 9 dias de processamento, o conteúdo de HMF em alho negro foi de 24,66 mg/kg de amostra, abaixo do valor estabelecido pela legislação brasileira de 60 mg/kg, mostrando que este período foi adequado para fornecer características desejáveis e garantir a segurança alimentar. Além disso, comparando com os métodos de fabricação aplicados atualmente, a significativa redução do tempo de processamento obtido para a produção de alho negro proporcionou menor consumo energético.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro (Processo 2017/02808-6) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa.

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Instrução Normativa Nº 11 de 20 de outubro de 2000.
- CHIHARA, T.; SHIMPO, K.; KANEKO, T.; TOMATSU, A.; BEPPU, H.; HIGASHIGUCHI, T.; SONADA, S. The effect of preparatory conditions of high temperature- and pressure-treated garlic on 5-hydroxymethyl-2-furfural and S-allylcysteine formation. **Journal of Analytical Bio-Science**, v.36, n.2, p.186-192, 2013.
- CHOI, I. S.; CHA, H. S.; LEE, Y. S. Physicochemical and Antioxidant Properties of Black Garlic. **Molecules**, v. 19, p. 16811-16823, 2014.
- KEENEY, M.; BASSETTE, R. Detection of intermediate compounds in the early stages of browning reaction in milk products. **Journal of Dairy Science**, v. 42, n. 6, p. 945–960, 1959.
- KIM, J -S.; KANG, O -J.; GWEON, O -C. Comparison of phenolic acids and flavonoids in black garlic at different thermal processing steps. **Journal of Functional Foods**, v. 5, p. 80-86, 2013.

LEMOS, G. S.; SANTOS, J. S.; SANTOS, M. L. P. Validação de método para a determinação de 5-hidroximetilfurfural em mel por cromatografia líquida e sua influência na qualidade do produto. **Química Nova**, v. 33, n. 8, p. 1682-1685, 2010.

LU, X.; LI, N.; QIAO, X.; QIU, Z.; LIU, P. Composition analysis and antioxidant properties of black garlic extract. **Journal of food and drug analysis**, v.30, p.1-10, 2017.

RAY, B.; CHAUHAN, N.; LAHIRI, D. K. Oxidative insults to neurons and synapse are prevented by aged garlic extract and S-allyl-l-cysteine treatment in the neuronal culture and APP-Tg mouse model. **Journal of Neurochemistry**, v. 117, p. 388-402, 2011.

ZHANG, J.; LI, J.; TANG, Y.; XUE, G. Rapid Method for the Determination of 5-Hydroxymethylfurfural and Levulinic Acid Using a Double-Wavelength UV Spectroscopy. **The Scientific World Journal**, v. 2013, p. 1-6, 2013.

ZHANG, X.; LI, N.; LU, X.; LIU, P.; QIAO, X. Effects of temperature on the quality of black garlic. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, p. 2366-2372, 2016.

Capítulo 3

Macarrão instantâneo fonte de proteína e com alto teor de fibra alimentar

Marcio Schmiele¹; Mariana Pereira Silveira²; Lucas Luiz Leite³; Mária Hermínia Ferrari Felisberto⁴; Maria Teresa Pedrosa Silva Clereci⁵, Yoon Kil Chang⁶

Resumo

Macarrão instantâneo é um tipo de massa alimentícia elaborada com farinha de trigo, submetida à cozimento a vapor, e posteriormente desidratada por fritura. Considerando a crescente demanda pelo enriquecimento nutricional deste tipo de produto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a substituição da farinha de trigo por proteína hidrolisada de soja (PHS) (0 a 20 g/100 g) e fruto-oligossacarídeo (FOS) (0 a 10 g/100 g) em macarrão instantâneo através de um Delineamento Composto Central Rotacional. As variáveis dependentes analisadas foram a força de cisalhamento, o aumento de peso, a perda de sólidos, os teores de gordura após a fritura e a reidratação, a perda de gordura durante a reidratação e a cor instrumental (L^* , a^* , b^* e ΔE). Os resultados mostraram que foi possível incorporar 10,07 g/100 g de PHS e 4,79 g/100 g de FOS, resultando em um produto final com uma desejabilidade de 0,60. A adição de FOS e PHS, nestas proporções, resultou ainda na diminuição do índice glicêmico e aumento significativo dos teores de fibra alimentar total (140%) e de proteínas (30%).

Palavras-chave: Enriquecimento nutricional. Proteína hidrolisada de soja. Fruto-oligossacarídeo. Índice glicêmico.

Introdução

O mercado mundial de macarrão instantâneo está aumentando a cada ano devido à praticidade e ao baixo custo. Entretanto, existe uma preocupação em relação à saúde pelo alto teor calórico deste produto, principalmente pelo alto teor de gordura (GULIA; KHATKAR, 2013). Desta forma, com a necessidade do processo de fritura durante o processamento do macarrão instantâneo, a inclusão de

¹Professor, Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM

²Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM

³Engenheiro de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP

⁴Professora, FATEC Capão Bonito, Faculdade de Tecnologia de São Paulo

⁵Professora, Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP

⁶Professor, Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP

ingredientes alimentícios que podem contribuir para a melhora no perfil nutricional do macarrão instantâneo torna-se alvo das pesquisas. O enriquecimento de alimentos, como massas alimentícias e macarrão instantâneo, com o intuito de fornecer maior aporte de proteínas e fontes de fibras alimentares, vem sendo explorado, influenciando na redução do índice glicêmico destes produtos (MASTELINI *et al.*, 2018) e redução no teor de lipídeos.

A proteína de soja quando utilizada na forma hidrolisada, pode liberar polipeptídeos de baixa massa molar que apresentam atividade antioxidante e/ou anti-inflamatória. Entretanto, possui alta capacidade de absorção de água e, quando utilizada na elaboração de macarrão instantâneo, podem acarretar em maior absorção de óleo no produto final devido à necessidade de uma desidratação mais intensa (WAGNER; ANON, 1990).

O aumento da absorção de água do macarrão instantâneo pode ser minimizado através da adição de algum componente solúvel em água, como por exemplo o FOS, uma fibra solúvel de baixo peso molecular, com atividade prebiótica, e solubilidade similar à sacarose (MORRIS; MORRIS, 2012). Diante disto, o objetivo do presente estudo foi elaborar macarrão instantâneo substituindo a farinha de trigo por PHS e FOS, avaliando-se as características tecnológicas e nutricionais.

Material e métodos

Os ensaios foram elaborados através de um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) de duas variáveis independentes, onde X_1 - Proteína hidrolisada de soja (0-20 g/100 g) e X_2 - Fruto-oligosacarídeo (0-10 g/100 g). Os níveis codificados das variáveis independentes variaram de -1,41 a 1,41. Uma amostra padrão, sem adição de FOS e PHS, foi elaborada para fins de comparação.

As amostras de macarrão instantâneo foram elaboradas de acordo com Vernaza *et al.* (2011). As variáveis dependentes avaliadas foram o teor de gordura após fritura, a perda de gordura por reidratação, a perda de sólidos, o aumento de peso, a força de cisalhamento e a cor instrumental. O teor de gordura após fritura e a perda de gordura por reidratação foram avaliados pelo método 30-25.01, enquanto a perda de sólidos e o aumento de peso foram determinados pelo método 66-50.01 (AACCI, 2010). A textura instrumental foi analisada em texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems, Haslemere - GBR) pelo método 66-50.01 (AACCI, 2010) utilizando *probe* HDP/90, para avaliar a força de cisalhamento. Os parâmetros utilizados foram: velocidade pré-teste (2,0mm.s⁻¹), teste (0,17mm.s⁻¹) e pós-teste (10,0mm.s⁻¹), distância (4,7mm) e plataforma (A/LKB). A cor instrumental foi medida em colorímetro espectrofotométrico (Modelo CM5- Konica Minolta). Foi estabelecido o iluminante D, o ângulo de 10° para o observador e o sistema de cor CIELab.

Analisaram-se os índices de cor luminosidade (L^*), verde-vermelho (a^*), azul-amarelo (b^*) e diferença total de cor (ΔE). A amostra padrão e o ponto otimizado foram avaliados quanto ao índice glicêmica (GOÑI *et al*, 1997) e fibra alimentar total através do método 32-05.01 (AACCI, 2010). Os dados obtidos nos ensaios do planejamento experimental foram avaliados através de Metodologia de Superfície de Resposta, estipulando-se $p < 0,05$ e $R^2 > 0,80$. Os modelos matemáticos elaborados foram representados pelos níveis codificados das variáveis independentes. O ponto otimizado foi determinado através de metodologia proposta por Derringer e Suich (1980). As características do ponto otimizado foram comparadas ao padrão através do Teste *t-Student* ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

Os resultados das análises das amostras de macarrão instantâneo são apresentados na Tabela 1. Os modelos matemáticos das variáveis dependentes estatisticamente significativas, os valores de R^2 e p -valor estão apresentados na Tabela 2. A força de cisalhamento variou de 0,87 a 1,25 N. Conforme observado na Figura 1, quanto maiores os teores de PHS e FOS maior a força de cisalhamento. Os níveis mais baixos de PHS e FOS resultaram em força de cisalhamento para os ensaios semelhantes ao padrão (1,18N). O aumento de peso apresentou valores entre 271 a 311%, com alguns valores acima do padrão (294%), quando utilizados os maiores níveis de FOS e PHS próximo ao ponto central (10%). A perda de sólidos foi menor quando utilizada a concentração de PHS e FOS próximo ao ponto central, com valores semelhantes à amostra padrão (12,22%). Fora desta área, a perda de peso atingiu valores de até 17,54%. De maneira geral, quanto maior os teores de FOS e PHS maior a perda de sólidos no cozimento.

Os teores de gordura pós fritura e pós reidratação não foram influenciados significativamente pelo uso de PHS e FOS (R^2 igual a 0,2567 e 0,7322, respectivamente). A perda de gordura durante a reidratação foi maior (8,09 a 31,01%) com o aumento nos níveis de PHS e FOS, atingindo valores acima do padrão (20,01%).

Ressaltamos o efeito benéfico da perda de gordura após a reidratação em função do hábito do brasileiro em reidratar o macarrão instantâneo com um excesso de água, e pós isso, descartar a água residual. Desta forma, a gordura liberada na água de cozimento é descartada, e com isso, o consumo de gordura no produto pronto para o consumo é menor.

Tabela 1 – Resultados das análises físicas das amostras de macarrão instantâneo

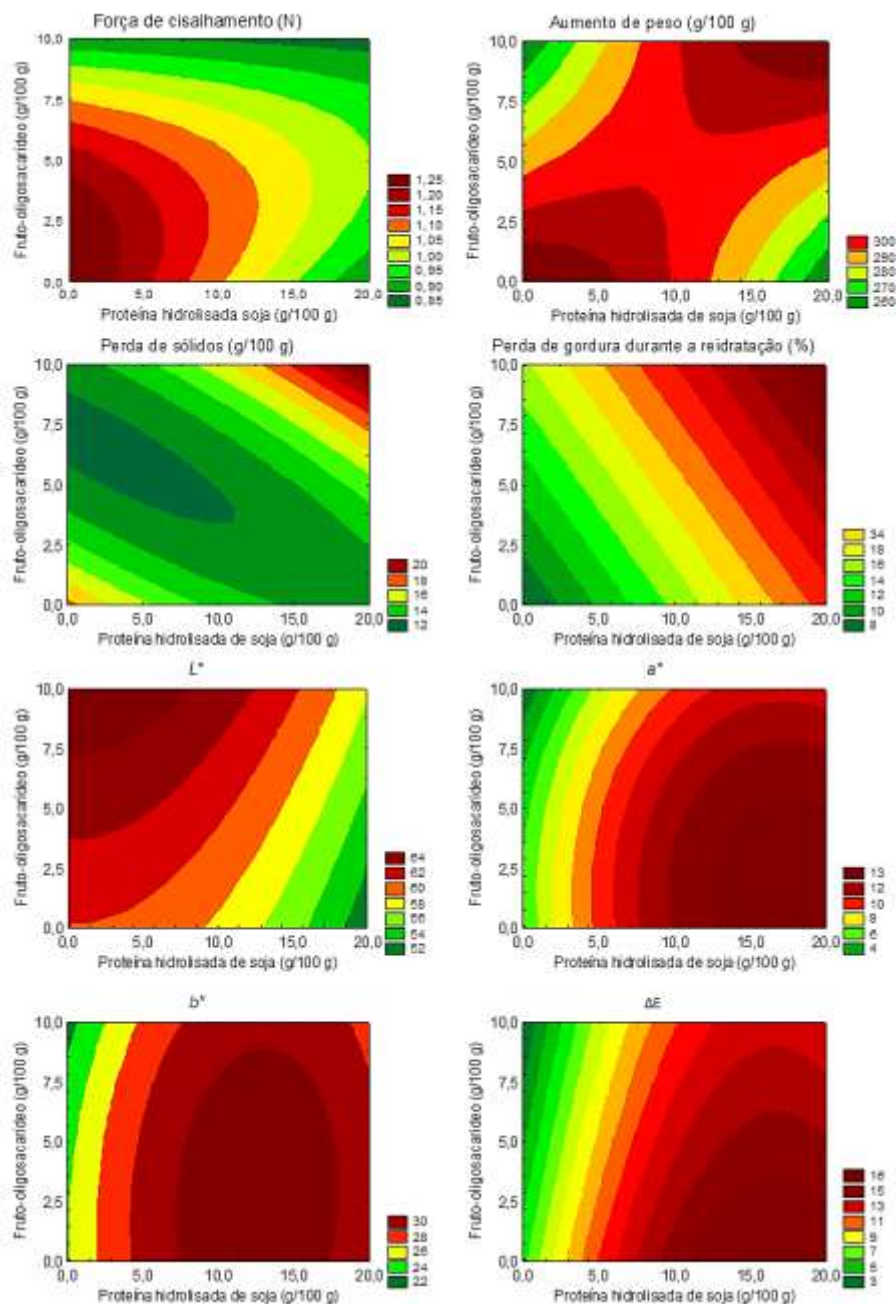
Ensaio	Força de cisalhamento (N)	Aumento de peso (g/100g)	Perda de sólidos (g/100g)	Teor de gordura pós fritura (g/100g)	Teor de gordura pós reidratação(g/100g)	Perda de gordura durante a reidratação (%)
1	1,25±0,04	307,00±6,04	15,06±0,81	22,66±0,06	20,83±0,12	8,09±0,45
2	1,01±0,12	271,41±31,88	12,26±0,27	22,86±0,13	18,91±0,05	17,26±0,26
3	0,92±0,10	274,44±14,14	13,46±0,91	24,10±0,07	20,56±0,01	14,70±0,30
4	0,87±0,08	310,65±8,70	17,54±0,89	22,86±0,04	15,77±0,01	31,01±0,12
5	1,18±0,13	294,34±1,65	11,10±0,86	21,31±0,01	19,15±0,05	10,12±0,21
6	0,92±0,09	280,05±2,00	14,75±0,86	20,06±0,05	14,88±0,07	25,84±0,29
7	1,00±0,08	301,06±12,34	13,50±0,58	21,85±0,16	17,54±0,01	19,69±0,55
8	0,89±0,05	308,21±2,00	14,77±0,16	19,97±0,07	15,09±0,10	24,40±0,76
9	1,02±0,11	299,67±5,35	11,75±0,25	19,86±0,01	16,01±0,19	19,38±0,99
10	1,10±0,11	293,09±4,88	12,22±0,81	21,62±0,03	17,15±0,13	20,67±0,52
11	1,10±0,09	301,67±5,19	11,73±0,74	20,43±0,07	16,53±0,06	19,10±0,12
12	1,05±0,15	292,13±2,88	12,41±0,16	21,42±0,07	17,05±0,05	20,41±0,14
Padrão	1,18±0,09	294,16±5,83	12,22±0,12	20,79±0,07	16,63±0,18	20,01±0,78
Ensaio	L^*	a^*	b^*	ΔE		
1	60,03±1,42	8,22±0,55	27,88±0,39	8,76±0,43		
2	51,02±1,64	13,81±0,37	29,77±0,34	16,86±0,65		
3	63,66±0,95	5,80±0,49	25,86±1,41	6,46±1,63		
4	57,10±2,95	11,64±0,37	28,46±2,48	12,20±1,22		
5	63,24±2,29	4,24±0,11	22,23±0,19	3,39±1,52		
6	55,56±1,31	12,92±0,35	29,74±0,44	14,09±0,25		
7	59,06±0,51	11,77±0,22	30,67±0,21	13,10±0,23		
8	63,53±0,77	9,06±0,18	29,21±0,58	10,61±0,64		
9	61,41±0,09	11,06±0,65	30,57±0,79	12,48±1,02		
10	61,28±0,60	12,10±0,32	31,14±0,27	13,57±0,40		
11	59,47±1,78	12,37±0,66	31,04±0,12	13,79±0,54		
12	60,56±0,47	11,09±0,30	30,52±0,55	12,46±0,61		
Padrão	60,74±0,91	3,66±0,26	20,53±0,72	-		

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Média de três repetições ± desvio padrão da população

A cor instrumental ($L^*=51,02$ a $63,66$, $a^*=4,24$ a $12,92$ e $b^*=22,23$ a $31,14$) foi estatisticamente afetada, onde L^* foi maior com níveis mais altos de FOS e PHS até 10%, e a^* e b^* foram maiores com maiores níveis de PHS e menores níveis de FOS. As amostras obtidas nos ensaios mostraram uma maior tendência para o amarelo quando comparadas ao padrão ($L^*=60,74$, $a^*=3,66$, $b^*=20,53$).

Figura 1 – Superfícies de resposta para força de cisalhamento, aumento de peso, perda de sólidos, perda de gordura durante a reidratação, L^* , a^* , b^* e ΔE .



Fonte: Dos autores, 2019.

Assim, a variação total de cor (ΔE) apresentou valores entre 3,39 e 16,86, cuja diferença foi maior com o aumento da PHS e diminuição de FOS, provavelmente pela coloração mais amarelada da PHS e pela reação de *Maillard* no processo de fritura.

Schmiele *et al.* (2017) avaliaram a reologia de massas de pão utilizando FOS e PHS mostrando que foi possível produzir pães com substituição de farinha de trigo por esses ingredientes funcionais mantendo-se o volume específico e firmeza semelhante aos pães controle. Tais resultados mostram que, além do enriquecimento nutricional, a adição de FOS e PHS não afeta negativamente as propriedades tecnológicas dos produtos.

As restrições utilizadas para definição do ponto otimizado estão expostas na Tabela 2. Nestas condições obteve-se uma solução que indicou que é possível incorporar 10,07 g/100 g de proteína hidrolisada de soja e 4,79 g/100 g de fruto-oligossacarídeo, resultando em um produto final com uma desejabilidade estatística de 0,60.

A validação dos valores preditos mostrou que os valores reais condizem com os preditos para as variáveis força de cisalhamento, aumento de peso, perda de gordura durante a desidratação, L^* , b^* e ΔE (desvio relativo < 10%). O modelo matemático para perda de sólidos não foi validado, entretanto o valor experimental foi superior ao valor predito, o que se apresenta como um aspecto vantajoso. O valor experimental de a^* , que varia de verde (-60) ao vermelho (60), também diferiu do predito. Entretanto, em termos práticos, esta variável não apresenta tanta relevância quanto o valor b^* por exemplo, referente à tendência ao amarelo que pela análise de cor subjetiva é mais visível no produto e corresponde à tonalidade da PHS.

O índice glicêmico do ponto ótimo apresentou valor de $52,24 \pm 0,29$, sendo significativamente menor em relação ao padrão ($55,19 \pm 0,27$). Sendo assim, a adição de PHS e FOS pode ser capaz de reduzir a velocidade com que o carboidrato digerível (amido) presente neste produto se transforma em glicose no sangue, embora ambas as amostras apresentem baixo índice glicêmico.

O teor de fibra total no ponto ótimo foi de $5,63 \pm 0,05$ g por porção (80g), enquanto o padrão apresentou $1,65 \pm 0,13$ g por porção. Houve diferença significativa entre tais amostras, sendo que, pela legislação brasileira, o ponto ótimo pode ser considerado como um produto de alto teor de fibras (acima de 5,0 g por porção). A fibra alimentar (FOS) passa pelo trato gastrointestinal sem ser absorvido, passando a ser fermentado pelos micro-organismos da flora intestinal, liberando ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico e butírico) e diminuindo o pH. Com isso, ocorre uma proteção ao organismo frente ao desenvolvimento de câncer de cólon, além de favorecer a absorção de minerais. Além disso, a mesma legislação permite classificar o produto como fonte de proteínas

(acima de 6,0 g por porção), já que o valor obtido para o PO (por balanço de massa) foi de 10,22 g por porção e para o padrão 7,87 g por porção (BRASIL, 2012).

Tabela 2 – Modelos matemáticos das variáveis dependentes e restrições para definição do ponto ótimo

Variável dependente	Modelo matemático				R ²	p-valor
FC	$1,0655-0,0802x_1-0,0761x_2-0,0581x_2^2$				0,879	0,002
GP	$298,8421-6,5667x_1^2+17,9502x_1x_2$				0,838	<0,001
PS	$12,0265+0,8069x_1+0,7151x_1^2+0,6865x_2+1,3220x_2^2+1,7201x_1x_2$				0,872	0,012
PGR	$19,2238+5,9720x_1+3,3838x_2$				0,846	<0,001
L*	$60,4512+3,3103x_1-1,1912x_1^2+2,0047x_2$				0,866	0,001
a*	$11,6539+2,9670x_1-1,4498x_1^2-1,0535x_2-0,5277x_2^2$				0,980	<0,001
b*	$30,4741+1,8893x_1-2,3331x_1^2-0,6762x_2$				0,912	<0,001
ΔE	$12,7427+3,6278x_1-1,8982x_1^2-1,3130x_2$				0,953	<0,001

Variável dependente	Objetivo	Limite Mínimo	Limite máximo	Importância	Solução	Valor experimental	Desvio relativo
PHS	Na faixa	-1,41	1,41	3	0,01	-	-
FOS	Na faixa	-1,41	1,41	3	-0,06	-	-
FC	Maximizar	0,87	1,24	5	1,07	1,12	4,98
GP	Maximizar	271,40	310,65	4	298,83	302,89	1,34
PS	Minimizar	11,10	17,54	3	12,00	10,57	-13,55
PGR	Minimizar	19,86	24,10	3	19,28	20,00	3,60
L*	Minimizar	14,88	20,83	3	60,30	58,17	-3,65
a*	Maximizar	8,09	31,01	3	11,74	10,19	-15,26
b*	Na faixa	51,02	63,66	3	30,47	32,59	6,50
ΔE	Na faixa	4,24	13,81	3	12,74	13,97	8,81

Legenda: x₁ e x₂: níveis codificados das variáveis independentes; PHS: Proteína hidrolisada de soja; FOS: Fruto-oligossacarídeo; FC: Força de cisalhamento; GP: Aumento de peso; PS: Perda de sólidos; PGR: Perda de gordura durante a reidratação.

Houve aumento de 30% no teor de proteínas no PO, considerando ainda um melhor perfil de aminoácidos essenciais. A farinha de trigo é deficiente em lisina e suficiente em aminoácidos sulfurados, enquanto a proteína de soja apresenta deficiência em metionina e cisteína, mas é suficiente

em lisina e triptofano (SCHMIELE *et al.*, 2017). Desta forma, o PO pode ser considerado um alimento com equilibrado perfil de aminoácidos essenciais.

Conclusão

Os resultados do presente estudo mostraram que é viável a adição de ingredientes com benefícios à saúde, como PHS e o FOS, para obter novas formulações de macarrão instantâneo com menor índice glicêmico e teor de gordura remanescente para a ingestão dos consumidores, maior teor proteico com perfil de aminoácidos melhorado e de fibras alimentares com apelo funcional em função da propriedade prebiótica.

Agradecimentos

Os autores agradecem à UNICAMP e à UFVJM pelo suporte institucional. Ao CNPq pelo suporte financeiro e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos e financiamento da pesquisa (código 001). À HT Nutri pela doação do PHS, à Agropalma pela doação da gordura de palma e ao Moinho Paulista LTDA pela doação da farinha de trigo.

Referências

- AACCI. American Association of Cereal Chemists International. **Approved methods of analysis Method** (11th ed.). St. Paul. USA: AACCI International, 2010.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. RDC N° 54, DE 12 DE NOVEMBRO DE 2012. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar**, 2012.
- DERRINGER. G. C.; SUICH. R. Simultaneous optimization of several response variables. **Journal of Quality Technology**, 12, 214-219, 1980.
- GOÑI, I.; GARCIA-ALONSO, A.; SAURA-CALIXTO, F. A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. **Nutrition Research**, 17(3), 427-437, 1997.
- GULIA, N.; KHATKAR, B.S. Effect of processing variables on the oil uptake, textural properties and cooking quality of instant fried noodles. **Journal of Food Quality**. 36(3), 181-189, 2013.
- MASTELINI, S. M.; SASSO, M. G. A.; CAMPOS, G. F. C.; SCHMIELE, M.; CLERICI, M. T. P. S.; BARBIN, D. F.; BARBON JR. S. Computer vision system for characterization of pasta (noodle) composition, **Journal of Electronic Imaging**, 27(5), 053021, 2018.
- MORRIS, C.; MORRIS, G. A. The effect of inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management: A review. **Food Chemistry**, 133(2), 237-248, 2012.

SCHMIELE, M.; FELISBERTO, M. H. F.; CLERICI, M. T. P. S; CHANG, Y. K. Mixolab for rheological evaluation of wheat flour partially replaced by soy protein hydrolysate and fructooligosaccharides for bread production. **LWT - Food Science and Technology**, 76, 259-269, 2017.

VERNAZA, M.G.; GULARTE, M.A.; CHANG, Y. K. Addition of green banana flour to instant noodles: rheological and technological properties. **Ciência e Agrotecnologia**, 35(6), 1157-1165, 2011.

WAGNER, J. R.; ANON, M. C. Influence of denaturation, hydrophobicity and sulfhydryl content on solubility and water absorbing capacity of soy protein isolates. **Journal of Food Science**, 55(3), 765-770, 1990.

Capítulo 4

Elaboração e avaliação da estabilidade de emulsões tipo maionese com baixo teor de óleo de buriti

Lara Aguiar Borges*¹; Waleeska de Souza Nunes¹; Janaína Teles de Faria²

Resumo

Objetivou-se elaborar e avaliar a estabilidade de emulsões tipo maionese contendo óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*) em diferentes concentrações (60, 50 e 40 % m/m). Óleo de buriti com concentração de carotenoides totais igual a $8,27 \pm 0,49$ mg/100 g foi utilizado no preparo das emulsões, as quais foram avaliadas quanto à cor e pH após 24 horas e 15 dias de armazenamento sob refrigeração, sendo sua estabilidade avaliada nesse período. As emulsões também foram avaliadas em relação à microestrutura e submetidas a ciclos gela-degela. Verificou-se que as emulsões foram polidispersas. A emulsão com maior teor de óleo apresentou gotas maiores e menor claridade que as demais. Todas as emulsões tornaram-se menos amareladas e mais ácidas com o tempo, sendo a emulsão com 60% de óleo de buriti a de menor pH (3,85 e 3,03 após 1 e 15 dias sob refrigeração, respectivamente). As formulações com 40 e 50 % de óleo mantiveram-se cineticamente estáveis durante o período de estocagem. Contudo, a emulsão com 60% de óleo desestabilizou-se 24 horas após o preparo. Nenhuma alteração visual foi verificada para as três formulações após o 1º e 2º ciclo gela-degela.

Palavras-chave: Emulsão O/A. Instabilidade. *Mauritia flexuosa*. Sistema coloidal.

Introdução

Emulsão é um sistema coloidal termodinamicamente instável composto por dois líquidos imiscíveis, sendo um disperso no outro (MCCLEMENTS, 2004). Convencionalmente, as emulsões são classificadas como óleo em água (O/A), quando a fase oleosa está dispersa em uma fase aquosa, ou água em óleo (A/O), quando a fase aquosa encontra-se dispersa na fase oleosa (JAVIDI; RAZAVI;

¹ Graduandas em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Docente do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

AMINI, 2019). Emulsões do tipo O/A são as mais comuns em produtos alimentícios, tais como, iogurte, molhos, sorvete e maionese.

De acordo com a Resolução RDC nº 276, de 22 de setembro de 2005, maionese é definida como “o produto cremoso em forma de emulsão estável, óleo em água, preparado a partir de óleo(s) vegetal(is), água e ovos podendo ser adicionado de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto” (BRASIL, 2005). A maionese tradicional geralmente contém 70-80% de óleo (AGANOVIC; BINDRICH; HEINZ, 2018), sendo considerada um produto com alto teor calórico.

Frente à forte demanda do mercado consumidor por alimentos mais saudáveis, nutritivos e com menor conteúdo calórico, a indústria de alimentos tem enfrentado grandes desafios na produção de maionese com baixo teor de gordura e que, ao mesmo tempo, mantenha atributos sensoriais semelhantes aos produtos tradicionais (CHANG *et al.*, 2017). Estudos recentes têm sido publicados sobre o uso de hidrocolóides (como amidos e gomas) na elaboração de emulsões alimentícias com substituição parcial de gordura (CHIVERO *et al.*, 2016; JAVIDI; RAZAVI; AMINI, 2019), uma vez que esses polissacarídeos conferem textura e *mouthfeel* aos produtos emulsionados.

Nesse sentido, objetivou-se com este estudo elaborar e avaliar a estabilidade de emulsões tipo maionese com teor reduzido de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*), fruta de grande importância no Cerrado Norte Mineiro.

Material e métodos

Emulsões tipo maionese foram preparadas com base nas formulações descritas por Andrade *et al.* (2018), com modificações. Três formulações distintas foram elaboradas com gema de ovo (8 % m/m), vinagre (5 %m/m), açúcar (3 %m/m), cloreto de sódio (1,4 % m/m), goma xantana (0,3 % m/m), óleo de buriti (em três concentrações, a saber: F1 = 60 % m/m, F2 = 50 % m/m e F3 = 40 % m/m) e água destilada (suficiente para completar 100 % m/m). Com exceção da goma xantana, todos os ingredientes foram adquiridos do comércio local da cidade de Montes Claros, Minas Gerais, Brasil.

Preparo das emulsões

Os ingredientes foram pesados em balança analítica, totalizando 30 g de amostra. Solubilizou-se a goma em água, com posterior adição de cloreto de sódio, vinagre e gema de ovo à fase aquosa. Posteriormente, o óleo de buriti foi adicionado sobre a fase aquosa e procedeu-se a homogeneização das amostras a 22.000-27.000 rpm por 2 minutos (Dremel 3000®).

Carotenoides totais

A determinação de carotenoides totais no óleo de buriti foi avaliada por método espectrofotométrico, de acordo com Higby (1962). As amostras foram diluídas em hexano e a absorvância foi avaliada a 450 nm em espectrofotômetro (Agilent Cary 60). O teor de carotenoides, expresso em mg/100g, foi determinado pela seguinte fórmula: $Carotenoides\ totais = (A_{450} \times 100 \times V) / (\epsilon \times L \times W)$, onde A_{450} é o valor de absorvância a 450 nm; V é o volume de solvente (em mL); L é a largura da cubeta (em cm); W é a massa de óleo (em g) e ϵ é o coeficiente de extinção molar (250 L/g.cm). A análise foi realizada em triplicata e os resultados expressos em média \pm desvio padrão.

Microscopia óptica

A morfologia das emulsões foi avaliada com auxílio de microscópio óptico (Biofocus) equipado com lente de aumento de 100 vezes. As imagens foram registradas utilizando-se uma câmera digital. A análise morfológica foi realizada 24 horas após o preparo das emulsões.

Análise colorimétrica

A cor das emulsões formuladas foi determinada diretamente com auxílio de um colorímetro portátil (Konica Minolta, CR-400), utilizando o sistema de cor L^* , a^* , b^* no qual o parâmetro L^* expressa a luminosidade [variando de 0 (preto) a 100 (branco)], enquanto a^* e b^* são as coordenadas colorimétricas [variando de $-a^*$ (verde) a $+a^*$ (vermelho) e $-b^*$ (azul) a $+b^*$ (amarelo)] (CHANG *et al.*, 2017). Avaliações colorimétricas foram realizadas no 1º e no 15º dia após o preparo das emulsões.

pH

A determinação do pH foi realizada utilizando um potenciômetro (Even, PHS-3E) previamente calibrado com soluções tampão de pH 4 e 7 à temperatura ambiente. Aferiu-se o valor de pH das amostras no 1º e no 15º dia após o preparo das emulsões.

Estabilidade

Tubos de centrífuga de 15 mL contendo aproximadamente 9 g de amostras e tampados foram mantidos sob refrigeração, a $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$, por 15 dias, sendo avaliados após 1, 3, 6, 9, 12 e 15 dias de preparo quanto a possíveis alterações visuais quanto à estabilidade cinética.

Ciclo gela-degela

Tubos de centrífuga de 15 mL contendo aproximadamente 9 g de amostras e tampados foram armazenados à temperatura de $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}/24 \text{ h}$ (Geladeira, Brastemp, BRV28) e a $(- 25 \pm 2) ^\circ\text{C}/24 \text{ h}$ (Freezer, Brastemp, BRV28), completando assim um ciclo. Possíveis alterações visuais quanto à estabilidade cinética foram avaliadas após o 1º e o 2º ciclo.

Análise estatística

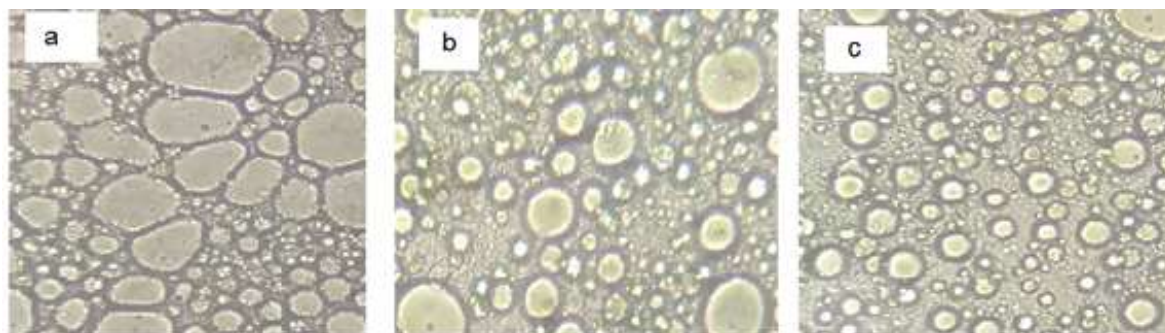
As análises foram realizadas com no mínimo duas repetições. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão e submetidos à análise de variância ao nível de 5% de significância. Quando necessário, comparações entre médias foram realizadas pelo teste t pareado, quando avaliadas em relação ao tempo, e pelo teste de Tukey, entre tratamentos para um mesmo tempo, ambos a 5% de significância.

Resultados e discussão

O óleo de buriti utilizado neste estudo apresentou um teor de carotenoides totais de $8,27 \pm 0,49 \text{ mg}/100 \text{ g}$. Resultado superior ($100,03 \pm 2,0 \text{ mg}/100 \text{ g}$) foi observado por Silva *et al.* (2009), ao caracterizarem o óleo de buriti proveniente da região Amazônica brasileira. Tal diferença pode estar associada à composição do óleo, a qual pode variar em função do método de extração utilizado, safra, grau de maturação dos frutos, bem como fatores ambientais. Além disso, o manuseio incorreto pós-colheita pode levar a altos níveis de acidez no óleo, o que reduz a estabilidade oxidativa e induz a oxidação de compostos, tais como vitaminas (SILVA *et al.*, 2009).

A microestrutura das emulsões com diferentes teores de óleo de buriti (60, 50 e 40 %m/m) é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Fotomicroscopia das emulsões elaboradas com teores reduzidos de óleo de buriti



Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Emulsões com teor de óleo correspondente a: (a) 60 %m/m, (b) 50% m/m e (c) 40% m/m 1 dia após o preparo.

Conforme se observa na Figura 1, as emulsões apresentaram diferentes tamanhos de gotículas de óleo, não sendo verificado uniformidade no diâmetro das gotas. Logo, tais emulsões podem ser caracterizadas como polidispersas (MCCLEMENTS, 2004). Nota-se que a quantidade e, provavelmente, o diâmetro médio das gotas são maiores quanto maior o teor de óleo (Fig. 1a), e à medida que esse teor é reduzido, as gotas tornam-se mais finamente dispersas na fase aquosa (Fig. 1b-c). Ressalta-se, do ponto de vista da estabilidade cinética, que quanto menor o tamanho das gotas, maior a estabilidade e mais difícil a separação de fases, uma vez alguns mecanismos de desestabilização, como a cremação, são retardados quanto redução do diâmetro da gota (MCCLEMENTS, 2004).

Os resultados para as análises de cor e pH estão apresentados na Tabela 1. Com relação à cor das amostras, após 1 dia de preparo não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre a luminosidade (L^*) das emulsões com 60 e 50 %m/m de óleo (F1 e F2, respectivamente), bem como entre as emulsões com 50 e 40 %m/m de óleo (F2 e F3, respectivamente). Analisando as mesmas formulações no 15º dia, diferença estatística não foi observada ($p > 0,05$) entre F2 e F3 para o parâmetro L^* , no entanto tais formulações apresentaram maior luminosidade do que F1, a qual apresentou-se menos clara. Em relação ao tempo, verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) ao comparar a luminosidade de uma mesma formulação, de modo que as emulsões tornaram-se mais escuras em comparação ao 1º dia após a homogeneização. O menor valor de L^* para F1, após 15 dias, pode ser atribuído ao seu maior conteúdo de óleo de buriti, resultando em uma emulsão com maior teor do pigmento β -caroteno.

Para o parâmetro a^* não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre as formulações após 1 dia de preparo das emulsões. Contudo, todas as amostras diferiram entre si ($p < 0,05$) no 15º dia, sendo a coloração avermelhada mais e menos intensa nas formulações F1 e F3, respectivamente. Ao

comparar os valores de a^* para uma mesma amostra em relação ao tempo, observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) para todas as formulações, sendo que essas tornaram-se mais avermelhadas ao longo do armazenamento. Já em relação ao parâmetro b^* , todas as amostras diferiram entre si ($p < 0,05$) 1 dia após a homogeneização, sendo que a formulação com maior teor de óleo (F1) apresentou maior tonalidade amarelada quando comparada às demais formulações. Entretanto, no 15º dia, as emulsões permaneceram estatisticamente iguais ($p > 0,05$) para esse mesmo parâmetro. Comparando os valores de b^* em relação ao tempo para emulsões com mesmo teor de óleo, verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$), evidenciando que as amostras se tornaram menos amareladas ao longo do período de estocagem.

Tabela 1 – Resultados das análises colorimétricas e pH das emulsões

	T1			T15		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
L^*	73,50±0,29 ^{Ab}	74,76±1,13 ^{Aab}	76,55±0,23 ^{Aa}	42,38±1,27 ^{Bb}	44,71±0,14 ^{Ba}	46,00±0,29 ^{Ba}
a^*	-1,44±0,60 ^{Aa}	-3,83±0,49 ^{Aa}	-5,70±1,30 ^{Aa}	6,12±0,61 ^{Ba}	3,88±0,36 ^{Bb}	1,65±0,47 ^{Bc}
b^*	72,10±0,39 ^{Aa}	66,32±0,26 ^{Ab}	59,99±1,68 ^{Ac}	20,90±0,61 ^{Ba}	22,15±1,08 ^{Ba}	21,34±0,78 ^{Ba}
pH	3,85±0,03 ^{Aa}	3,89±0,08 ^{Aa}	3,83±0,03 ^{Aa}	3,03±0,15 ^{Ba}	3,42±0,42 ^{Aa}	3,42±0,42 ^{Aa}

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: T1: 1 dia após a homogeneização; T15: 15 dias após a homogeneização; F1: Formulação com 60 %m/m de óleo; F2: Formulação com 50 % m/m de óleo; F3: Formulação com 40 %m/m de óleo.

Nota: Médias de um parâmetro seguidas da mesma letra minúscula na linha (comparação entre tratamentos) para um mesmo tempo não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Médias de um mesmo parâmetro de uma mesma formulação seguidas da mesma letra maiúscula na linha (comparação entre os tempos) não diferem significativamente pelo teste de t pareado ($p > 0,05$).

Tratando-se do pH (Tabela 1), não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as emulsões após 24 horas do preparo, bem como no 15º dia. Comparando as emulsões em relação ao tempo, apenas F1 apresentou diferença estatística ($p < 0,05$), tornando-se mais ácida. A redução de pH das emulsões ao longo do tempo provavelmente está associada à oxidação lipídica. De acordo com Jacobsen, Timm e Meyer (2001), valores baixos de pH podem romper as pontes de íon ferro entre as lipoproteínas de baixa densidade, fosvitina e lipovitelina presentes na gema de ovo, na interface óleo-água. Sendo assim, o ferro torna-se acessível e age como catalizador, induzindo a formação de radicais livres, lipídios hidroperóxidos e compostos voláteis (JACOBSEN; TIMM; MEYER, 2001). A formulação F1, por possuir uma maior concentração de óleo de buriti (60 %m/m), pode ter liberado mais compostos decorrentes da oxidação lipídica, resultando em um valor reduzido de pH. Os valores

de pH reportados no presente estudo (Tabela 1) foram inferiores aos valores obtidos para maionese com teor reduzido de óleo de pequi (ANDRADE *et al.*, 2018).

Em relação à estabilidade cinética das emulsões, verificou-se que esta foi influenciada pela concentração de óleo de buriti utilizada. As emulsões com 50 e 40 % m/m de óleo (F2 e F3, respectivamente) não apresentaram alterações visuais, o que pode indicar a estabilidade cinética nessas formulações durante os 15 dias de armazenamento a (4 ± 2) °C. Em contrapartida, a formulação contendo maior teor de óleo (60 % m/m, F1) apresentou uma fina película de óleo no topo, além de um aspecto "talhado", já no 1º dia após o preparo. Ainda, após 15 dias de estocagem, verificou-se separação de fase na formulação F1 em várias partes do tubo. A presença da película de óleo sobre a emulsão indica o início do processo de desestabilização. As gotas dessa emulsão provavelmente coalesceram, iniciando o processo de *oiling off* (separação da fase oleosa). Tal instabilidade pode estar associada à menor relação lecitina/óleo, devido à maior quantidade de óleo utilizado na formulação. Logo, a quantidade de lecitina (um agente surfactante) presente na gema de ovo não foi suficiente para proteger a interface água-óleo, o que provavelmente favoreceu os processos de agregação e coalescência.

Por fim, em relação ao ciclo gela-degela, não foi observada nenhuma alteração visual nas amostras após os 1º e 2º ciclos. Esse resultado pode estar relacionado à presença de cloreto de sódio e açúcar, os quais podem ter diminuído a cristalização da fase aquosa, diminuindo a pressão exercida sobre as gotículas de óleo e, conseqüentemente, aumentado a estabilidade das emulsões (MAGNUSSON; ROSÉN; NILSSON, 2011).

Conclusão

As emulsões formuladas a partir do óleo de buriti apresentaram ampla distribuição de tamanho de gota, sendo caracterizadas como emulsões polidispersas. Maiores número e tamanho de gotas foram observados para formulação com maior teor de óleo. Tal formulação apresentou menor claridade e maior tonalidade avermelhada quando comparada às demais após os 15 dias de armazenamento a (4 ± 2) °C. Ademais, todas as emulsões se tornaram menos amareladas ao longo do período de estocagem. Uma redução significativa de pH foi verificada ao longo do armazenamento para todas as formulações avaliadas, sendo a emulsão com maior teor de óleo mais ácida, o que pode ter favorecido a oxidação lipídica e desestabilização da mesma. As emulsões contendo 50 e 40 % m/m de óleo mantiveram-se cineticamente estáveis durante todo período de estocagem (15 dias sob refrigeração), enquanto a formulação com maior teor de óleo (60 % m/m) apresentou indícios de

instabilidade logo no 1º dia após o preparo. Verificou-se, assim, que a redução do teor de óleo para faixa de 40-50% apresenta potencial para elaboração de maionese de óleo de buriti estáveis. Novos estudos que avaliem a estabilidade das emulsões em um período mais longo devem ser estimulados.

Referências

- AGANOVIC, K.; BINDRICH, U.; HEINZ, V. Ultra-high pressure homogenisation process for production of reduced fat mayonnaise with similar rheological characteristics as its full fat counterpart. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 45, p. 208-214, 2018.
- ANDRADE, R. Q. *et al.* Desenvolvimento e avaliação da estabilidade de emulsões alimentícias contendo óleo de pequi. **Higiene Alimentar**, v. 32, n. 284/285, p. 128-132, 2018.
- BRASIL. Resolução RDC nº 276, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para especiarias, temperos e molhos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.
- CHANG, C. *et al.* Effect of protein microparticle and pectin on properties of light mayonnaise. **LWT - Food Science and Technology**, v. 82, p. 8-14, 2017.
- CHIVERO, P. *et al.* Assessment of soy soluble polysaccharide, gum arabic and OSA-Starch as emulsifiers for mayonnaise-like emulsions. **LWT - Food Science and Technology**, v. 69, p. 59-66, 2016.
- GUZEY, D.; MCCLEMENTS, D. J. Formation, stability and properties of multilayer emulsions for application in the food industry. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 128-130, p. 227-248, 2006.
- HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natura and carotene: fortified orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962.
- JACOBSEN, C.; TIMM, M.; MEYER, A. S. Oxidation in Fish Oil Enriched Mayonnaise: Ascorbic Acid and Low pH Increase Oxidative Deterioration. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 8, p. 3947-3956, 2001.
- JAVIDI, F.; RAZAVI, S. M. A.; AMINI, A. M. Cornstarch nanocrystals as a potential fat replacer in reduced fat O/W emulsions: A rheological and physical study. **Food Hydrocolloids**, v. 90, n. 5, p. 172-181, 2019.
- MAGNUSSON, E.; ROSÉN, C.; NILSSON, L. Freeze-thaw stability of mayonnaise type oil-in-water emulsions. **Food Hydrocolloids**, v. 25, n. 4, p. 707-715, 2011.
- MCCLEMENTS, D. J. **Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques**, Second Edition. Boca Raton: CRC Press, 2004.
- SILVA, S. M. *et al.* Characterization of Oil Extracted from Buriti Fruit (*Mauritia flexuosa*) Grown in the Brazilian Amazon Region. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 86, n. 7, p. 611-616, 2009.

Capítulo 5

Avaliação do potencial de estabilização de carboximetilcelulose em formulação modelo de emulsão do tipo O/A

Walesska de Souza Nunes^{*1}; Lara Aguiar Borges²; Janaína Teles de Faria³

Resumo

A busca por alimentos mais saudáveis tem aumentado, intensificando assim as pesquisas com foco na redução/substituição de ingredientes, em especial a gordura. Diante deste cenário, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar a estabilidade de uma emulsão modelo do tipo óleo em água (O/A) com baixo teor de gordura, adicionada de carboximetilcelulose (CMC) como agente espessante. Para isto quatro formulações de emulsões O/A contendo 10% m/m de óleo, 1% m/m de Tween 80 e diferentes concentrações de CMC (0; 0,05; 0,10 e 0,15% m/m) foram testadas. As emulsões obtidas foram avaliadas quanto ao pH, estabilidade sob armazenamento refrigerado (4 ± 2 °C) e microestrutura após armazenamento. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e testes de comparação de média a 5% de probabilidade. Verificou-se que as emulsões apresentaram pH próximos da neutralidade e separação de fases devido aos mecanismos de cremeação e, possivelmente, floculação e coalescência ao longo do período de avaliação. Constatou-se, por fim, que a faixa de concentração de CMC avaliada não foi suficiente para conferir estabilidade cinética à emulsão com baixo teor de óleo e, portanto, não deixando evidente o seu poder espessante em tais condições.

Palavras-chave: Derivado de celulose. Desenvolvimento de produtos. Dispersão. Estabilidade. Hidrocolóide.

Introdução

Emulsões são sistemas termodinamicamente instáveis, compostos por dois líquidos imiscíveis (MCCLEMENTS, 2004). Podem ser classificadas como emulsões óleo em água (O/A), quando a

¹Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

²Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³Docente do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

* Autor para correspondência: dwalesska@yahoo.com.br

fase dispersa é o óleo e a fase contínua é a água, e emulsões água em óleo (A/O), quando a fase contínua é o óleo e a fase dispersa é a água (MCCLEMENTS, 2004).

As emulsões tendem a separar fases ao longo do tempo. Contudo, podem ser estabilizadas cineticamente por longos períodos pela utilização de agentes emulsificantes e estabilizantes (BAI *et al.*, 2017). Os emulsificantes são substâncias que atuam na interface óleo-água, reduzindo a tensão interfacial e desempenhando um papel fundamental na mistura das fases imiscíveis, além de conferir estabilidade cinética à emulsão formada (BAI *et al.*, 2017). Dentre os emulsificantes comumente utilizados em produtos alimentícios, destacam-se as proteínas (BURGER; ZHANG, 2019; GOULD; WOLF, 2018), como as caseínas e proteínas do soro (GUTIERREZ *et al.*, 2018).

Os espessantes, por sua vez, são substâncias que aumentam a viscosidade da fase contínua, reduzindo assim a mobilidade das gotas e, conseqüentemente, retardando os mecanismos de instabilidade (MCCLEMENTS, 2004). Dentre os espessantes comumente utilizados na produção de emulsões estão os polissacarídeos, tais como as gomas e a pectina (BAI *et al.*, 2017).

A crescente demanda dos consumidores por produtos mais saudáveis e nutritivos, com quantidade de calorias e teor de gordura menores, tem incentivado o desenvolvimento de novos produtos menos gordurosos e mais saudáveis. No entanto, a redução ou substituição de gorduras nos alimentos é um grande desafio tecnológico para a indústria de alimentos (CHANG *et al.*, 2017), uma vez que a gordura confere características sensoriais e tecnológicas atrativas, contribuindo para o sabor, aroma e textura dos produtos (DERKACH, 2009).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar a estabilidade de uma emulsão modelo do tipo O/A com baixo teor de gordura, adicionada de carboximetilcelulose (CMC) como agente espessante.

Material e métodos

As emulsões foram formuladas com os seguintes componentes: carboximetilcelulose (CMC) (agente espessante), Tween 80 (agente emulsificante), água destilada e óleo de girassol. A fase aquosa foi constituída pela mistura de CMC (0; 0,05; 0,1 e 0,15% m/m) e Tween 80 (1% m/m), a qual foi mantida em repouso por 24 horas a 25 ± 2 °C para a completa hidratação do polímero. Para o preparo das emulsões, adicionou-se 5 g de óleo de girassol a 45 g da fase aquosa previamente preparada e procedeu-se a homogeneização a 22.000-27.000 rpm por 1 minuto (Dremel 3000®), obtendo-se assim emulsões O/A contendo 10% de óleo. A emulsão sem CMC (isto é, cuja a fase aquosa foi composta

apenas por 1% m/m Tween 80) foi utilizada como controle para comparar o efeito da adição do agente estabilizante às amostras.

As emulsões produzidas foram acondicionadas em tubos de centrífuga de 15 mL, graduados e providos de tampa. As emulsões obtidas foram então submetidas às seguintes análises:

- *pH*: O pH das emulsões foi determinado por leitura direta em pHmêtro previamente calibrado com soluções de pH 4 e 7, à temperatura ambiente (25 ± 2 °C). As amostras foram analisadas após o preparo e após 6 dias de armazenamento sob refrigeração (4 ± 2 °C).
- *Microscopia*: Após 6 dias de armazenamento sob refrigeração (4 ± 2 °C), uma pequena alíquota das emulsões foi observada ao microscópio óptico (Biofocus) com lente objetiva de 100×. A alíquota observada foi coletada após prévia homogeneização da amostra pela lenta inversão (três vezes) dos tubos. As imagens foram registradas com câmera digital.
- *Estabilidade*: As emulsões (aproximadamente 10 mL) produzidas foram mantidas sob refrigeração (4 ± 2 °C) nos tubos de centrífuga por 6 dias, sendo avaliadas de 2 em 2 dias, a partir do preparo, quanto à possível separação de fases.
- *Análise Estatística*: O experimento foi conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições para cada formulação (F1, F2, F3 e F4: emulsões contendo 0,05; 0,1; 0,15 e 0% m/m de CMC, respectivamente). Os resultados obtidos foram expressos como média \pm desvio padrão, e submetidos à análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância. Quando pertinente, comparações entre médias foram realizadas pelo teste t pareado, quando avaliadas em relação ao tempo, e pelo teste de Tukey, entre tratamentos (formulações) para um mesmo tempo, ao nível de 5% de significância.

Resultados e discussão

Os resultados de pH das emulsões são apresentados na Tabela 1. Após a homogeneização, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os valores de pH das formulações F2, F3 e F4. Ademais, a emulsão F1 mostrou-se estatisticamente igual ($p > 0,05$) a F2. Já após 6 dias de armazenamento sob refrigeração (4 ± 2 °C), a emulsão controle (F4, sem CMC) apresentou menor pH quando comparada às emulsões F1 e F2. Além disso, para esse mesmo parâmetro não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre as formulações F4 e F3.

Observou-se que o pH das emulsões controle e com 0,05% m/m de CMC (F4 e F1, respectivamente) não variou de forma significativa ($p > 0,05$) ao longo do tempo, enquanto as formulações com 1 e 1,5% m/m de CMC tornaram-se levemente mais básicas após os 6 dias de

armazenamento refrigerado (4 ± 2 °C). De acordo com Keller (1983), soluções diluídas de CMC apresentam pH próximo à neutralidade, sendo que grande parte dos grupos carboxílicos-ácidos encontram-se na forma de sal de sódio, o que justifica os valores (5,82–7,33) encontrados no presente estudo.

Em estudos sobre maionese com óleo de coco e azeite de oliva, Mendes *et al.* (2016) reportaram valores de pH menores ($4,28 \pm 0,11$ e $4,36 \pm 0,03$, respectivamente) do que os obtidos no presente estudo (Tabela 1). Tal diferença muito provavelmente se deve à adição de limão às formulações avaliadas no estudo de Mendes *et al.* (2016), conferindo assim um pH mais ácido às emulsões.

Tabela 1 – Análise de pH das emulsões após o preparo e o armazenamento refrigerado por 6 dias a 4 ± 2 °C.

Formulações	Após homogeneização	Após armazenamento
F1	$5,82 \pm 0,58$ ^{Ba}	$7,12 \pm 0,08$ ^{Aa}
F2	$6,52 \pm 0,10$ ^{BAb}	$7,22 \pm 0,07$ ^{Aa}
F3	$6,77 \pm 0,05$ ^{Ab}	$7,33 \pm 0,01$ ^{ABa}
F4	$6,81 \pm 0,02$ ^{Aa}	$6,64 \pm 0,28$ ^{Ba}

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: F1: Formulação com 0,05% m/m de CMC; F2: Formulação com 0,1% m/m de CMC; F3: Formulação com 0,15% m/m de CMC; F4: Formulação controle sem adição de CMC.

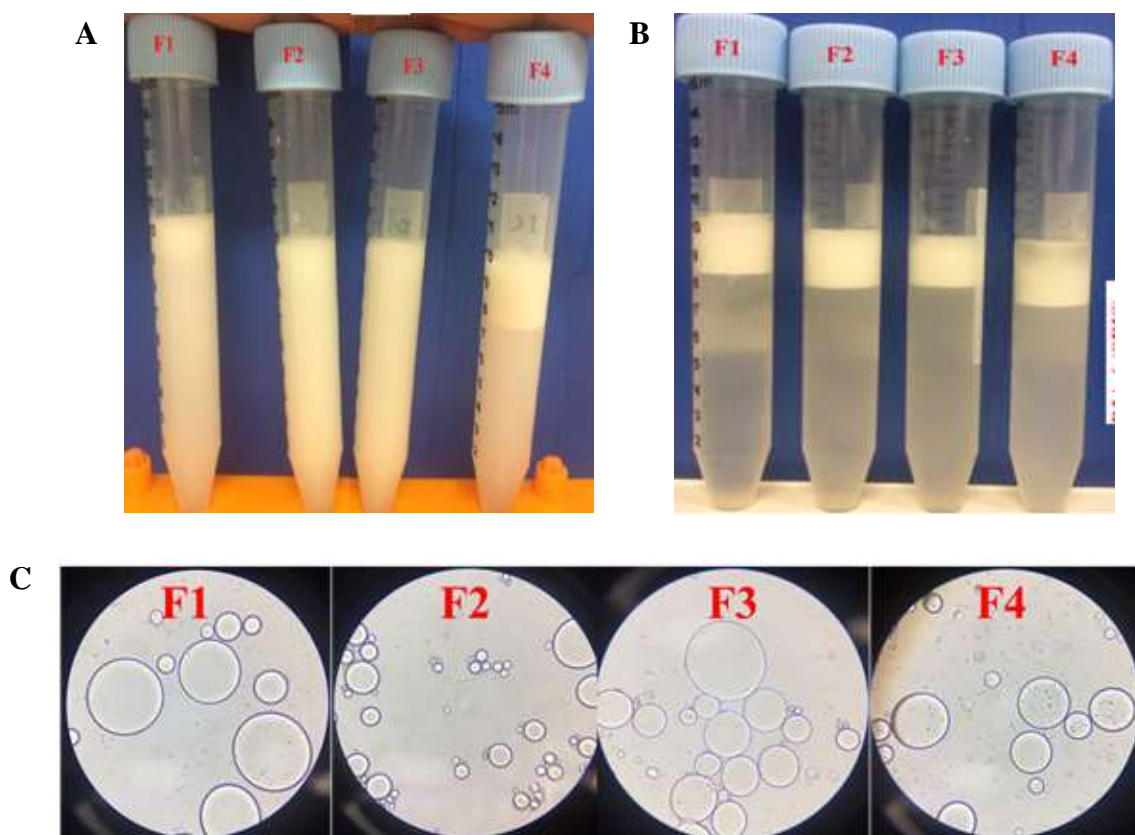
Nota: Médias seguidas por mesma letra maiúscula em coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Médias seguidas por mesma letra minúscula em linha não diferem estatisticamente pelo teste t pareado ($p > 0,05$).

Quanto à estabilidade cinética, verificou-se que a formulação sem CMC (F4) apresentou duas fases visualmente distintas já no mesmo dia de preparo (Figura 1A). A emulsão contendo 0,05% m/m de CMC apresentou uma tonalidade ligeiramente mais clara na parte inferior do tubo, indicando início do processo de separação de fases. Já as emulsões contendo 1,0 e 1,5% m/m de CMC mostraram-se visualmente homogêneas após o preparo, como pode ser observado na Figura 1A.

No entanto, após dois dias de armazenamento sob refrigeração (4 ± 2 °C) observou-se separação gravitacional em todas as emulsões contendo CMC (F1, F2 e F3) e a presença de uma fina película de óleo na parte superior do tubo, o que evidencia elevada instabilidade das emulsões formuladas. Até o sexto dia de análise, verificou-se que a fase inferior de todas as emulsões foi se tornando mais clara, menos turva (Figura 1B). Com base nas observações feitas, infere-se que o resultado obtido foi decorrente do processo de cremação, caracterizado pela ascensão das gotículas

de óleo, uma vez que o óleo é menos denso do que a água. Outros mecanismos de instabilidade, como a floculação e a coalescência das gotas de óleo, podem ter ocorrido simultaneamente ao processo de cremeação, intensificando o processo de desestabilização das emulsões.

Figura 1 – Emulsões com concentrações de CMC equivalentes a 0,05% m/m (F1), 0,1% m/m (F2), 0,15% e m/m (F3), e emulsão sem acréscimo de CMC (F4) após homogeneização (A) e 6 dias de armazenamento sob refrigeração (B); e fotomicrografia após 6 dias de armazenamento sob refrigeração (C)



Fonte: Dos autores, 2019.

Arancibia *et al.* (2011) verificaram instabilidade semelhante em emulsões O/A contendo 5% de óleo e adicionadas de 0,3% m/m de CMC após 1 dia de preparo. Segundo os autores, a adição de CMC à emulsão (5% de óleo) acelerou sua desestabilização, uma vez que a emulsão adicionada de CMC mostrou-se menos estável do que uma emulsão semelhante, mas sem adição de CMC (ARANCIBIA *et al.*, 2011). Campos, Satmford e Sarubbo (2014) também observaram separação de fases em seu estudo sobre a utilização de biossurfactante como substituto de

emulsificantes sintéticos em maionese, reportando separação de fases nas formulações compostas apenas por CMC, CMC e goma guar, bem como CMC e biossurfactante, durante 30 dias de avaliação.

Pela análise de microscopia das emulsões após 6 dias de armazenamento sob refrigeração ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) (Figura 1C) não foi observada muita diferença na microestrutura das amostras avaliadas, uma vez que todas as emulsões apresentaram gotículas polidispersas, mas com tamanho próximo entre as formulações. Além disso, observa-se também que as gotículas das emulsões não se encontram uniformemente distribuídas no espaço, especialmente nas formulações contendo maiores concentrações de CMC (F2 e F3), nas quais as gotas apresentam-se agrupadas em certas regiões (Figura 1C), indicando possível floculação, que pode ter sido potencializada pela presença da CMC. Portanto, fica evidente que o tamanho das gotículas, bem como a sua distribuição, exerce influência sobre os mecanismos de desestabilização em emulsões. Resultado semelhante também foi observado no estudo de Arancibia *et al.* (2011).

De acordo com os resultados obtidos, pode-se inferir que a concentração do agente espessante (CMC) utilizado neste estudo possivelmente não foi suficiente para promover um aumento significativo na viscosidade da fase contínua das emulsões e, portanto, não conferiu a ação espessante/estabilizante desejada.

Conclusão

Não foi possível a obtenção de uma emulsão O/A cineticamente estável com baixo teor de óleo de girassol (10% m/m) e 1% m/m de Tween 80 a partir das concentrações de CMC (0; 0,05; 0,10 e 0,15% m/m) avaliadas. Tal constatação foi verificada por meio das análises de microscopia e estabilidade realizadas, nas quais pode-se verificar a ocorrência de mecanismo de desestabilização como a cremeação e a floculação ao decorrer do tempo de avaliação. Frente ao exposto, observa-se a necessidade de realização de novos estudos nos quais maiores concentrações de CMC sejam avaliadas com o intuito de se determinar um valor mínimo que retarde a desestabilização, conferindo assim estabilidade cinética devido à ação estabilizante/espessante da CMC.

Referências

ARANCIBIA, C. *et al.* Flavor release and sensory characteristics of o/w emulsions. Influence of composition, microstructure and rheological behavior. **Food Research International**, v. 44, n. 6, p. 1632-1641, 2011.

- BAI, L. *et al.* Comparison of emulsifying properties of food-grade polysaccharides in oil-in-water emulsions: Gum arabic, beet pectin, and corn fiber gum. **Food Hydrocolloids**, v. 66, p. 144-153, 2017.
- BURGER, T. G.; ZHANG, Y. Recent progress in the utilization of pea protein as an emulsifier for food applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 86, p. 25-33, 2019.
- CAMPOS, J. M.; STAMFORD, L. M; SARUBBO, L. A. Utilização de biossurfactante como substituto aos emulsificantes sintéticos em maionese. *In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA*, 2014, Santa Catarina. **Anais [...]**, Florianópolis: UFSC, 2014. p. 1-8.
- CHANG, C. *et al.* Effect of protein microparticle and pectin on properties of light mayonnaise. **LWT - Food Science and Technology**, v. 82, p. 8-14, 2017.
- DERKACH, S. R. Rheology of emulsions. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 151, n. 1-2, p. 1-23, 2009.
- GOULD, J.; WOLF, B. Interfacial and emulsifying properties of meal worm protein at the oil/water interface. **Food Hydrocolloids**, v. 77, p. 57-65, 2018.
- KELLER, J. D. Sodium carboxymethylcellulose (CMC). **Food Hydrocolloids**. v. 3. Ed. M. Glicksman. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1983, p. 43-109.
- MCCLEMENTS, D. J. **Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques**, Second Edition. Boca Raton: CRC Press, 2004.
- MENDES, M. P. *et al.* Determinação da qualidade físico-química e instrumental de maionese desenvolvida à base de óleo de coco. **Higiene Alimentar**, v. 30, p. 260-261, 2016.
- MORA-GUITIERREZ, A.; ATTAIE, R.; NÚÑEZ, M. Lutein-Enriched Emulsion-Based Delivery System: Impact of Casein-Phospholipid Emulsifiers on Chemical Stability. *In: ZEPKA, L. Q.; JACOB-LOPES, E.; ROSSO, V. V. Progress in Carotenoid Research*. IntechOpen, 2018. p. 163-170.

Capítulo 6

Avaliação da biodegradabilidade de filmes de quitosana em blendas com outros biopolímeros

Zenilda de Jesus Mota¹; Débora Lemos da Silva¹; Pietro Carlos Gonçalves Conceição¹; Camilly Fernandes de Lima Brito¹; Leonardo Vieira Pontes²; Cristiane Patrícia de Oliveira^{*3}

Resumo

O desenvolvimento de embalagens biodegradáveis apresenta-se como uma alternativa para substituição das embalagens plásticas e os polímeros naturais são uma alternativa para confecção de materiais a serem utilizados com este fim. Diante disto objetivou-se neste estudo avaliar as características de biodegradabilidade de filmes obtidos a partir de blendas de quitosana, amido e gelatina. Foram preparados quatro filmes utilizando a técnica *casting*: controle (Q), quitosana/amido (Q/A), quitosana/gelatina (Q/G) e quitosana/amido/gelatina (Q/A/G). Estes foram avaliados quanto a taxa de biodegradabilidade durante 20 dias. Os resultados mostraram que a decomposição dos filmes compostos por quitosana/amido e quitosana/gelatina aconteceu em poucos dias apresentando taxas de biodegradação próximas a 90% aos 20 dias de avaliação. Filmes obtidos a partir de polímeros naturais e suas blendas são uma alternativa para confecção de embalagens biodegradáveis.

Palavras-chave: Biopolímeros. Blenda. Fécula de mandioca. Gelatina

Introdução

O aumento da preocupação com as questões ambientais tem impulsionado a produção de embalagens biodegradáveis. Embalagens biodegradáveis apresentam-se como uma alternativa para substituição das embalagens confeccionadas com polímeros sintéticos, uma vez que no processo de biodegradação ocorre a conversão dos compostos complexos em compostos simples principalmente pela ação de microrganismos (LUCENA *et al.*, 2017). Um exemplo de embalagens melhores adaptadas à biodegradação são aquelas desenvolvidas usando polímeros de fontes naturais.

A quitosana é um polímero atóxico, biodegradável, biocompatível, de baixo custo, cujas propriedades vêm sendo estudadas para aplicações industriais e tecnológicas. É obtida a partir da

¹Graduandos em Engenharia de alimentos, DTRA/UESB

²Professor Adjunto, DTRA/UESB

³Professor Titular, DTRA/UESB

*Autor para correspondência: cristianepatricia@hotmail.com

carapaça de alguns crustáceos e também está presente em alguns insetos, fungos, cogumelos e minhocas. Industrialmente é produzida a partir da desacetilação alcalina da quitina (hidrólise alcalina), ou pode ser obtida por desacetilação enzimática em escala laboratorial. Dentre as aplicações tecnológicas está a sua capacidade de formar filmes (SOUZA *et al.*, 2015) contudo estes filmes apresentam algumas propriedades que podem comprometer sua utilização quanto ao desenvolvimento de materiais para indústria de alimentos.

No intuito de melhorar propriedades físicas dos filmes de quitosana tais como as reológicas e mecânicas confeccionam-se a blendas poliméricas, que são a união física de dois ou mais polímeros sem que ocorra reação química entre os componentes (SILVA *et al.*, 2016). Outros biopolímeros como por exemplo a gelatina e o amido podem compensar deficiências existentes em filmes composto apenas de quitosana, podendo também interferir nas suas características de biodegradação. Nesse sentido quitosana, amido e gelatina tornam-se matérias-primas promissoras para a produção de filmes biodegradáveis.

Diante do exposto objetivou-se neste estudo avaliar as características de biodegradabilidade de filmes obtidos a partir de blendas de quitosana, amido e gelatina.

Material e métodos

Para o preparo dos filmes, foi utilizada a quitosana proveniente da Polymar, sem tratamento prévio. Gelatina em pó (G) e amido (A) oriundo da batata adquiridos em supermercado local. Os demais reagentes foram: glicerol ($C_3H_8O_3$) e ácido acético (CH_3COOH).

Preparo dos filmes de quitosana

Preparou-se uma solução de quitosana 2% (p/v) em ácido acético 3% (v/v), adicionada do plastificante glicerol (20% em relação a massa de quitosana). A solução foi mantida sob agitação magnética por 24 h. Em seguida os filmes foram obtidos pelo método de *casting* (SOARES, 1998) sendo a solução transferida para placas retangulares de vidro e colocada até secagem do filme em temperatura ambiente ($25,0 \pm 2,0^\circ C$). Obteve-se com este procedimento o filme controle (Q).

Preparo dos filmes de quitosana com gelatina (Q/G)

Preparou-se uma solução de gelatina 2% (p/v) pela dissolução da gelatina em pó em água destilada à 40°C mantida sob agitação magnética por 30 min. Os filmes Q/G foram obtidos pela mistura da solução de gelatina com a solução de quitosana preparada em A na proporção 1:1 (v/v). Esta solução foi mantida sob agitação magnética por 1 h até total homogeneização posteriormente vertida em placas até secagem do filme em temperatura ambiente (25,0 ± 2,0°C).

Preparo dos filmes de quitosana com amido (Q/A)

Preparou-se um gel de amido pela dissolução da fécula de batata 3% (p/v) em água destilada à 70°C. Esta mistura foi mantida sob agitação magnética até homogeneização e obtenção de um gel transparente. Os filmes Q/A foram obtidos pela mistura do gel de amido com a solução de quitosana preparada em A na proporção 1:1 (v/v). Esta solução foi mantida sob agitação magnética por 1 h até total homogeneização posteriormente vertida em placas até secagem do filme em temperatura ambiente (25,0 ± 2,0°C).

Preparo dos filmes de quitosana, amido e gelatina (Q/A/G)

Preparou-se uma solução de gelatina 2% (p/v) pela dissolução da gelatina em pó em água destilada à 40°C mantida sob agitação magnética por 30 min. O gel de amido foi obtido a partir da dissolução da fécula de batata 3% (p/v) em água destilada à 70°C. Os filmes de Q/A/G foram obtidos pela mistura da solução de quitosana preparada em A com o gel de amido e a solução de gelatina na proporção de 2:1:1 (v/v). Esta solução foi mantida sob agitação magnética por 1 h até total homogeneização posteriormente vertida em placas até secagem do filme em temperatura ambiente (25,0 ± 2,0°C)

Taxa de Biodegradabilidade dos filmes

Os filmes foram cortados em partes com 4 cm² e enterrados em espaços de 15 cm de profundidade no solo. O monitoramento foi realizado a cada 5 dias durante um período de 20 dias.

A taxa de biodegradabilidade dos filmes foi determinada através de análise gravimétrica (perda de massa). As amostras foram inicialmente pesadas (PI) e a seguir foram depositadas no solo

pelo tempo determinado. Após cada retirada as amostras foram limpas para diminuir excesso de areia impregnado nos filmes e secas a 105°C até peso constante. Após estes estarem livres de resíduos os filmes foram pesados (PF). A taxa de biodegradação foi calculada pela Equação 1.

$$\text{Taxa de biodegradação} = \frac{PI-PF}{PI} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

PI: peso inicial da amostra (g) (base seca);

PF: peso final da amostra (g) (base seca);

Resultados e discussão

Sabe-se que fatores climáticos influenciam na biodegradabilidade dos materiais (NAKASHIMA *et al.*, 2005; CHIELLINI e SOLARO., 1996). Itapetinga-BA caracteriza-se por ser uma cidade de baixa umidade, baixa taxa de pluviométricas e altas temperaturas. Durante a realização da análise observou-se a umidade média relativa de 97 %, temperatura máx./min. entre 20,6/29,4 °C com media de 25 °C e taxa de precipitação de 81 mm (CLIMATEMPO, 2019). A alta taxa de precipitação do período pode ter contribuído positivamente para melhor biodegradabilidade do filme.

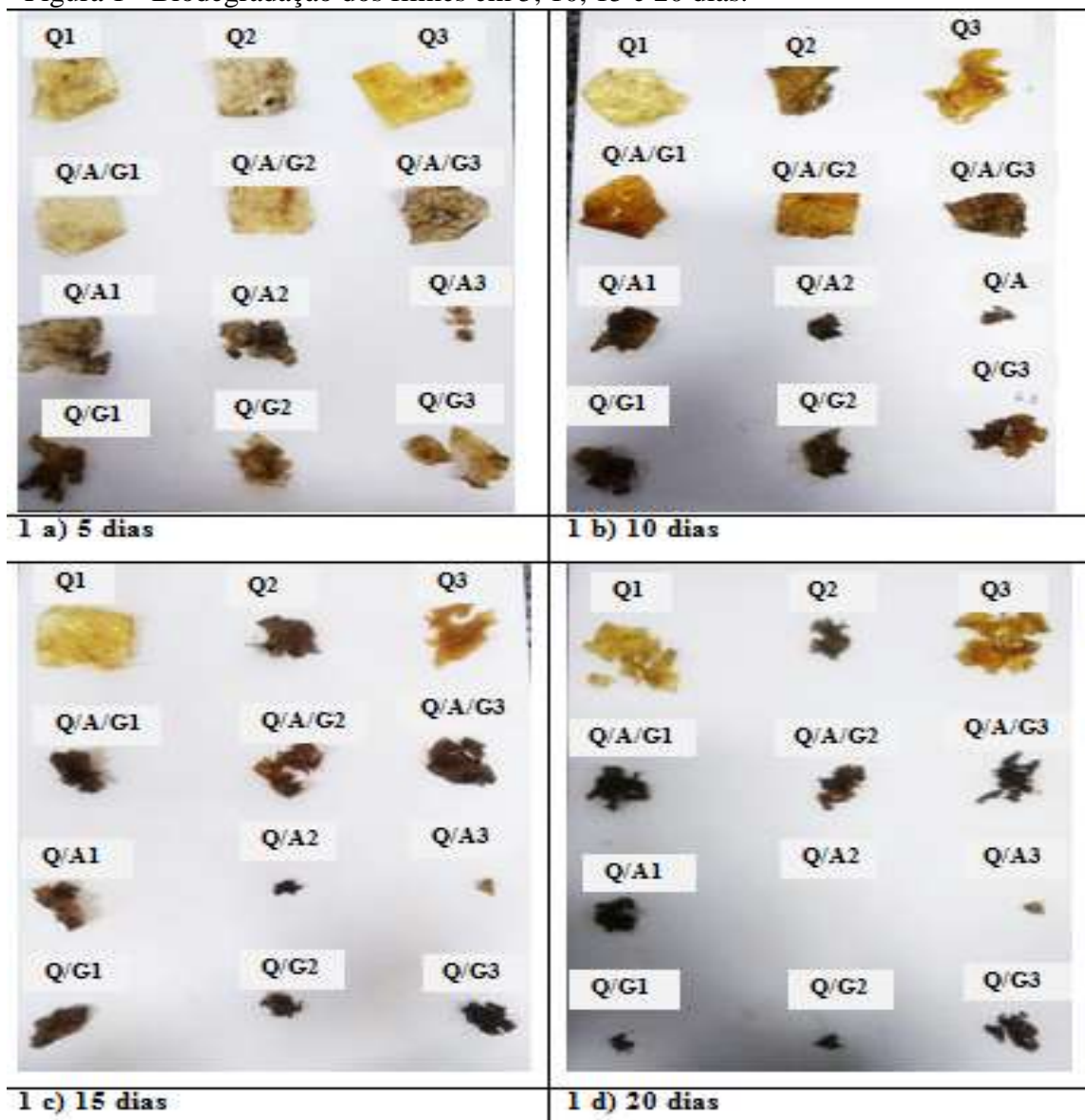
A Figura 1 mostra a evolução do estado de biodegradabilidade dos filmes. A análise inicialmente deu-se em dias secos e com altas temperaturas, contudo entre o 5° e o 15° dia de avaliação houve dias chuvosos. Durante os dias de chuva notou-se que ocorreu maior absorção de água pela matriz polimérica fazendo com que esta perdesse depois a sua forma inicial e integridade estrutural. Segundo LUCENA *et al.*, (2017) estes fatores favorecem a ação dos microrganismos e contribuem para acelerar a taxa de biodegradação dos filmes.

Comportamento semelhante foi relatado por ARANCIBIA *et al.* (2014) onde após 1 mês de exposição à degradação do solo, filmes de quitosana e amido apresentaram mudanças claramente visíveis e a superfície dos filmes foi gradualmente enrugada, foi relatado ainda que essas mudanças foram mais pronunciadas no filme exposto às condições ambientais de abril a agosto, provavelmente influenciado por maiores diferenças de temperatura e umidade durante esse período. Ainda segundo esses autores, o comportamento de degradação de biopolímeros pode ser influenciado pelas condições ambientais, especialmente composição do solo, presença de microrganismos e condições de umidade. SCHEREN, GOMES E CEREDA 2014 avaliaram o potencial de biodegradabilidade de materiais a base de fécula de mandioca e afirmam que a biodegradabilidade é profundamente afetada pela

composição química do plástico, dessa forma pode-se afirmar que a adição do amido favoreceu o crescimento microbiano em comparação a estrutura da quitosana e gelatina.

As taxas de biodegradação dos filmes ao longo dos dias estão apresentadas na Tabela 1. Observa-se que a decomposição dos filmes compostos por quitosana/amido e quitosana/gelatina se deu muito rapidamente apresentando taxas de biodegradação próximas a 90% aos 20 dias de avaliação.

Figura 1 - Biodegradação dos filmes em 5, 10, 15 e 20 dias.



Fonte: Dos autores, 2019.

Tabela 1 – Taxa de biodegradação das blendas à biodegradação por 20 dias

Filmes	Taxa de Biodegradabilidade (%)			
	5	10	15	20
Q/A/G	4,21±0,19	14,71±0,80	26,47±0,12	40,37±0,09
Q/A	17,40±0,63	67,30±0,79	78,33±1,02	88,69±1,49
Q/G	3,41±0,16	35,5±0,12	55,88±0,30	86,26±1,02
Q	0,11±0,29	12,44±0,31	17,50±0,26	31,05±0,61

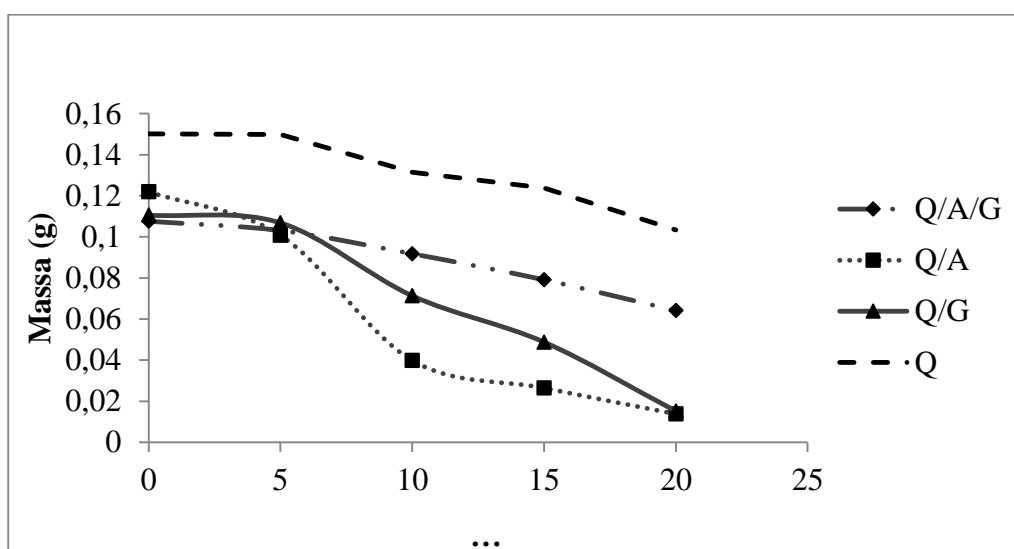
Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: PVA: Permeabilidade ao vapor d'água; C: Controle; (Q/A): Quitosana/amido; Q/G: Quitosana/gelatina; Q/A/G: Quitosana/amido/gelatina.

Nota: 5, 10, 15, 20 - Tempo em dias.

Na Figura 2 são apresentadas as perdas de massa ao longo dos dias de degradação. A perda de peso para os filmes de Q/A e Q/G foi visivelmente maior quando comparada aos outros filmes. ARANCIBIA *et al*, 2014, afirmam que a perda de peso pode estar relacionada com a perda de compostos solúveis em água e de baixo peso molecular, como o glicerol, e atividade microbiana, especialmente por degradação enzimática. Quanto à quitosana, RACHMAWATI *et al*. (2015), afirma que sua degradação consiste em duas etapas contínuas começando com hidrólise, que é marcada pela fragilidade, e seguido de degradação bacteriana que produz CO₂ e água.

Figura 2 - Perda de massa dos filmes



Fonte: Dos autores, 2019.

Utilizando as equações apresentadas no Quadro 1 para fazer uma predição do tempo de biodegradação dos filmes nota-se que o filme composto por quitosana e amido na teoria em 20 dias já estaria completamente biodegradado enquanto que o filme de quitosana levaria 65 dias para sua completa degradação. Esta predição de valores indica período de tempo curto para a biodegradação dos filmes estudados.

Quadro 1 - Predição da biodegradação dos filmes

Filme	Equação	R ²	Tempo de Biodegradação (Dias)
Q/A/G	Y= -0,0022X + 0,1114	0,9701	50
Q/A	Y= -0,0058X + 0,1187	0,9218	20
Q/G	Y= -0,005X + 0,1203	0,9588	24
Q	Y= -0,0024X + 0,1556	0,9313	65

Legenda: Y: Massa; X: Tempo; Q: Quitosana; (Q/A): Quitosana/Amido; Q/G: Quitosana/Gelatina; Q/A/G: Quitosana/Amido/Gelatina.

Conclusão

As características climáticas influenciaram na rápida biodegradabilidade dos filmes obtidos pela blenda da quitosana com o amido e a gelatina.

Os filmes confeccionados com os polímeros naturais quitosana e amido foi o mais biodegradável entre os filmes avaliados com tempo de biodegradação de 20 dias.

Em comparação aos plásticos derivados do petróleo filmes constituídos por estes materiais levariam um tempo de degradação muito curto no meio ambiente.

Estes materiais apresentam potencialidade para o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis para a indústria de alimentos.

Referências

ARANCIBIA, M. Y. *et al.* Liberação de compostos voláteis e biodegradabilidade de filmes da mistura protéica de lignina com adição de óleo essencial de citronela. **Food Control**, v. 44, p. 7–15, 2014.

- CARVALHO, T. O. *et al.* Análise da temperatura do ar, precipitação, evapotranspiração e índice hídrico do município de Itapetinga-BA. **Revista do Regne**, Rio Grande do Norte, v. 2, p.344-353, 01 out. 2016.
- CHIELLINI, E; SOLARO, R. Biodegradable polymeric materials. **Advanced Materials**. 8, n° 4, 1996.
- CLIMATEMPO. **Previsão do tempo Itapetinga-Bahia**. 2019. Disponível: <<https://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/cidade/918/itapetinga-ba>>. Acesso em: 14 maio 2019.
- LUCENA, C. A. A. de *et al.* Desenvolvimento de biofilmes à base de xilana e xilana/gelatina para produção de embalagens biodegradáveis. **Polímeros**, 27(spe), 35–41, 2017.
- NAKASHIMA, T. *et al.* Biodegradation Characteristics of Chitin and Chitosan Films Teruo J. **Home Econ. Jpn.** Vol. 56, 2005.
- SCHEREN, Mara Adriane; GOMES, Simone Damasceno; CEREDA, Marney Pascoli. Determinação do Coeficiente de Biodegradabilidade de Plástico a Base de Amido sob Condição Aeróbia. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 3, p.149-163, maio 2014.
- SILVA, P. L. *et al.* Preparation and characterization of phosphorylated starch blends with chitosan and polyvinyl alcohol. **Química Nova**, [s.l.], p.450-455, 2016.
- SOARES, N.F.F. **Bitterness Reduction in Citrus Juice Through Naringinase Immobilized into Polymer Film**. Ph.D. Dissertation, New York: Cornell University, 1998.
- SOUZA, G. *et al.* Avaliação das propriedades da blenda de poli(3-hidroxibutirato)/quitosana após esterilização térmica ou radiolítica. **Polímeros**, vol. 26, p. 352-359, 2016.
- RACHMAWATI, N. *et al.* Mechanical Properties and Biodegradability of acid-soluble Chitosan-Starch Based Film. **Squalen Bulletin of Marine & Fisheries Postharvest & Biotechnology**, [s.l.] 2015.

Capítulo 7

Propriedades mecânicas e atividade antifúngica de filmes biodegradáveis adicionados de óleos essenciais

Mariana Pereira Silveira*¹; Paula Thamara Goecking Gomes¹; Karine Guimarães Moreira²;
Franciele Maria Pelissari³; Marcio Schmiele³

Resumo

Filmes biodegradáveis são materiais finos e flexíveis que podem ser produzidos a partir de polímeros naturais e utilizados para revestir ou armazenar alimentos. As embalagens ativas antimicrobianas são exemplos de filmes que possuem componentes capazes de interagir com o alimento promovendo aumento de sua vida útil. Neste trabalho, foram elaboradas formulações de um filme otimizado de amido de mandioca e gelatina adicionado de uma mistura otimizada de óleos essenciais de canela (*Cinamomum cassia*), cravo (*Eugenia caryophyllus*) e louro (*Laurus nobilis*). Utilizaram-se as concentrações de 0, 1 e 2% de óleos essenciais, visando a inibição e/ou retardo do desenvolvimento de bolores isolados de pães de forma integrais. Os resultados mostraram que o filme adicionado de 2% de óleo essencial apresentou maior inibição no desenvolvimento de bolores. Ademais, a maior concentração de óleo essencial não teve influência significativa sobre as propriedades mecânicas em relação ao filme controle.

Palavras-chave: Amido. Canela. Cravo. Gelatina. Louro.

Introdução

O uso de plásticos sintéticos como material de embalagem se deve principalmente ao seu baixo custo, fácil processamento, elevada aplicabilidade e durabilidade. No entanto, o crescente acúmulo de lixo não biodegradável, aliado à dificuldade de reciclagem, tem levado a comunidade científica mundial à buscar o desenvolvimento de novos materiais biodegradáveis (BONA, 2007). O desenvolvimento de biofilmes para substituir materiais sintéticos é uma alternativa encontrada para a

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

²Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

³Professor(a), Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

indústria de embalagens. O amido é o polissacarídeo mais amplamente empregado para produção de filmes por ser naturalmente abundante e de baixo custo. Além disso, os filmes à base deste polímero apresentam boas propriedades mecânicas e de barreira ao oxigênio, entretanto a alta fragilidade e a solubilidade em água são as principais desvantagens do mesmo. Para melhorar as características deste material, têm-se utilizado filmes à base de amido com misturas de proteínas e/ou outros biopolímeros compatíveis (PELLISSARI *et al.*, 2013). A gelatina é uma proteína muito utilizada para formação de filmes biodegradáveis e como agente encapsulante de substâncias bioativas, sendo uma boa matriz para diminuição da permeabilidade à gases (O₂ e CO₂) e à água, quando adicionados de substâncias hidrofóbicas (TONGNUANCHAN *et al.*, 2015). Além disso, a incorporação de substâncias com propriedades diversas têm sido aplicadas à matriz dos filmes, sendo que muitas vezes, estes polímeros apresentam o apelo de embalagem ativa, além da biodegradabilidade.

De acordo com Long e colaboradores (2016), o uso de filmes e revestimentos comestíveis incorporando óleos essenciais são técnicas promissoras para preservar a qualidade dos alimentos e aumentar a vida de prateleira. Os mesmos autores citam ainda que as principais aplicações de filmes ou embalagens de atmosfera modificada, contendo óleos essenciais para controle de fungos, estão relacionadas aos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus*, comumente presentes em produtos de panificação.

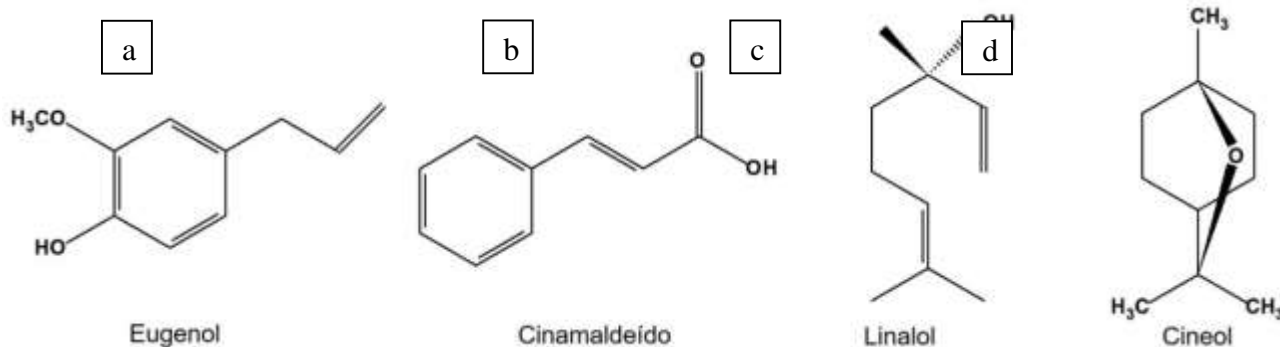
Visando o controle de bolores em pães brancos e integrais é comum a prática do uso de propionato de cálcio adicionado à massa e/ou sorbato de potássio através de aspersão na superfície do produto, utilizando álcool de cereais como veículo. Contudo, existe uma tendência atual em diminuir ou eliminar o uso de aditivos químicos em produtos alimentícios, proporcionando assim o apelo de rótulo limpo (*clean label*) (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

Considerando a elevada susceptibilidade dos pães à deterioração por bolores, principalmente os integrais, o uso de óleos essenciais aplicados à matriz polimérica da embalagem desponta como uma estratégia de inovação e marketing neste setor. A incorporação destes compostos pode afetar a continuidade da matriz polimérica, proporcionando mudanças nas interações específicas dos componentes polímero-óleo essencial. Além disso, propriedades antioxidantes e/ou antimicrobianas dos óleos essenciais podem ser fornecidas à embalagem, sendo que a composição química e as interações específicas com o polímero são determinantes para a sua eficácia como ingrediente ativo (ATARES; CHIRALT, 2016).

O óleo essencial de cravo é constituído principalmente por 4-alil-2-metoxifenol, composto conhecido como eugenol (Figura 1-a) presente em cerca de 70-90 % do cravo inteiro e outros compostos minoritários tais como betacariofileno, ácido oleânico, triterpeno, ceras vegetais, cetonas,

resinas, taninos e esteróis, que podem conferir ação antifúngica e antioxidante (NASCIMENTO *et al.*, 2000). O óleo essencial de canela é conhecido por apresentar efeito antimicrobiano e antioxidante, o que justifica seu uso em diversas aplicações farmacológicas e alimentícias. O cinamaldeído (aldeído cinâmico ou 3-fenil-2-propenal) é um álcool terpênico cíclico que age como principal componente ativo do óleo essencial de canela (Figura 1-b). Outro composto de grande interesse quando se trata de antimicrobianos, encontrado no óleo essencial de canela, é o linalol, um monoterpene que apresenta efeito anti-inflamatório, analgésico e atividade antimicrobiana (Figura 1-c). Outra especiaria considerada uma fonte de óleo essencial é o louro, com composição aproximada entre 1,5% a 2,0% de óleo volátil em suas folhas, sendo o principal componente o 1,8-cineol (Figura 1-d), composto que apresenta atividade antisséptica e antifúngica (BURT, 2004).

Figura 1 - Estrutura química do (a) eugenol, (b) cinamaldeído, (c) linalol e (d) 1,8-cineol



Fonte: Elaborado no software livre Chemicpen 2.6, versão 2.1.

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi elaborar filmes biodegradáveis à base de uma formulação otimizada de amido de mandioca e gelatina, adicionados de uma mistura de óleos essenciais de canela, cravo e louro, visando a inibição de bolores isolados de pães integrais e a manutenção de propriedades mecânicas adequadas.

Material e métodos

Produção dos filmes ativos

Os filmes foram produzidos utilizando-se concentrações otimizadas de materiais poliméricos, sendo 65,8% de amido de mandioca e 34,2% de gelatina (dados não publicados). A concentração

otimizada da mistura de óleos essenciais foi de 34,2% de óleo essencial de canela, 42,5% de óleo essencial de cravo e 23,3% de óleo essencial de louro (SILVEIRA *et al.*, 2018).

Os filmes foram produzidos pelo método de *casting*, processo que consiste em secar uma suspensão formadora de filme aplicada sobre um suporte. O procedimento envolveu a homogeneização de uma solução aquosa dos ingredientes sólidos sob agitação por 30 minutos, seguido de aquecimento até a temperatura de 85 °C sob agitação (Tecnal, TE-0854, Piracicaba, Brasil). Em seguida, foi adicionado o glicerol (22,5 g de glicerol/100 g de sólidos) e a solução foi mantida sob agitação a esta temperatura durante 15 minutos. Após o resfriamento da solução até 40 °C foram adicionados a mistura de óleos essenciais e o surfactante polissorbato 80 (0,5 g/100 g de solução). Em seguida a solução foi mantida sob agitação por 15 minutos e foram vertidos 8,59 g da solução sobre placas de polietileno de alta densidade (7,4 cm de diâmetro), de modo a obter uma gramatura média de 0,2 g/cm². Os filmes foram secos em estufa sob temperatura controlada (40°C) (Tecnal, TE 394/2MP, Piracicaba, Brasil), durante aproximadamente 20 horas. Para fins comparativos foi produzido um filme controle, sem a adição da mistura de óleos essenciais.

Propriedades mecânicas

As propriedades mecânicas dos filmes foram avaliadas utilizando-se Texturômetro (Stable Micro Systems, modelo TA.TXplus, Surrey, Inglaterra) de acordo com o método padrão D882-02 (ASTM, 2002), em quadruplicata. As amostras foram cortadas em tiras de 10 mm de largura e 50 mm de comprimento. Antes da caracterização, os filmes foram condicionados em dessecador com solução saturada de NaBr (58% de umidade relativa) a 25 °C. Após 48 horas, as amostras foram acopladas nos pontos de fixação de tração para análise das propriedades mecânicas. A distância inicial e a velocidade do teste foram fixados em 30 mm e 1,0 mm/s, respectivamente, utilizando-se o probe *Tensile Grips*. A tensão de ruptura e a alongação de ruptura foram obtidas diretamente da curva de tensão em função da alongação, e o módulo de Young foi calculado pela tangente na região linear da curva.

Atividade antifúngica

O inóculo foi preparado coletando-se amostras da superfície de pães integrais com desenvolvimento fúngico visível, com posterior homogeneização em caldo nutritivo 1% e incubação à 25 ± 1 °C por 24 horas em estufa (Lucadema, 81/100, São José do Rio Preto, Brasil), conforme

descrito por Silveira *et al.* (2018). A concentração do inóculo foi determinada pelo método padrão para contagem de bolores e leveduras, enquanto o método de disco-difusão foi utilizado para avaliar a capacidade de inibição fúngica dos filmes. Após a solidificação do meio de cultura (Ágar Batata Dextrose acidificado com ácido tartárico 10 % até pH 3,5), foram adicionados 100 µL de inóculo, na concentração de $2,63 \times 10^6$ unidades formadoras de colônias por grama de amostra (UFC/g). Em seguida, colocaram-se os discos dos filmes (2,3 cm de diâmetro) na porção central das placas, as quais foram incubadas a 25 ± 1 °C por 8 dias. A leitura do diâmetro do halo de inibição foi feita diariamente, em triplicata, e os resultados expressos em centímetros (cm).

Análise estatística

Os resultados foram avaliados estatisticamente através da análise de variância (ANOVA) e teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Resultados e discussão

Os resultados para avaliação das propriedades mecânicas dos filmes são apresentados na Tabela 1. O módulo de Young refere-se à rigidez dos filmes e foi maior nas amostras contendo 1% da mistura de óleos essenciais, com aumento significativo em relação ao controle. Entretanto, filmes com 2% da mistura de óleos essenciais apresentaram valores intermediários, sem diferença significativa para os demais ensaios. Comportamento semelhante foi encontrado por Zivanovic *et al.* (2005), com aumento do módulo de Young na concentração de 1% de óleo essencial de orégano, em relação ao controle, e redução com 2% de óleo essencial em filmes de quitosana.

O valor da elongação reflete a elasticidade dos filmes e foi superior nas amostras contendo 1% da mistura de óleos essenciais, não diferindo estatisticamente do controle. Em relação à amostra contendo a maior concentração da mistura de óleos essenciais (2%) houve redução deste parâmetro, semelhante ao resultado observado por Grau *et al.* (2006), onde a elongação diminuiu com o aumento da concentração da mistura de óleos essenciais de orégano e capim-limão de 0,075 para 0,010%.

A tensão de ruptura dos filmes controle e com 2% da mistura de óleos essenciais foram estatisticamente semelhantes, enquanto o filme adicionado de 1% da mistura de óleos essenciais suportou maior força de tração até o rompimento. A relação entre a elevação ou decréscimo das características de tração de filmes biodegradáveis adicionados da mistura de óleos essenciais apresenta resultados conflitantes na literatura. Desta forma acredita-se que interações específicas

entre os constituintes do filme e do óleo essencial, tais como ligações cruzadas, diferentes arranjos estruturais dos componentes ou a formação de estruturas bifásicas heterogêneas, devem ser levadas em consideração para avaliar tais parâmetros (ATARES; CHIRALT, 2016). De uma forma geral, conclui-se que os filmes contendo 2% da mistura de óleos essenciais foram semelhantes às amostras controle, sendo assim não houve perda de qualidade com a adição da mistura de óleos essenciais à matriz polimérica nesta concentração.

Tabela 1 – Propriedades mecânicas de filmes biodegradáveis adicionados de óleos essenciais

Concentração da mistura de óleos essenciais (%)	Módulo de Young (MPa)	Elongação (%)	Tensão de ruptura (MPa)
0	27,77±3,01 ^b	49,59±6,38 ^a b	0,87±0,08 ^b
1	36,45±2,40 ^a	60,49±4,20 ^a	1,09±0,04 ^a
2	31,95±0,69 ^{ab}	38,99±3,15 ^b	0,86±0,04 ^b

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparação entre tratamentos) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os resultados da avaliação da atividade antifúngica dos filmes são apresentados na Tabela 2. O diâmetro dos halos de inibição foi significativamente maior para os filmes contendo a maior concentração da mistura de óleos essenciais (2%) em todos os dias de incubação.

Após 24 horas, as placas não apresentaram desenvolvimento visível de micro-organismos. Já no segundo dia de incubação as placas contendo o filme sem adição de óleo essencial (filme controle) apresentaram contaminação fúngica sobre toda a superfície, enquanto as demais apresentaram zonas de inibição. Em geral, foi verificada a formação de halos com redução gradual até o oitavo dia para a concentração de 2% da mistura de óleos essenciais. Para o filme adicionado de 1% da mistura de óleos essenciais, a partir do quarto dia os halos se tornaram nulos frente ao desenvolvimento dos bolores.

A análise permitiu verificar que quanto maior a concentração da mistura de óleos essenciais adicionada, maior o efeito antifúngico dos filmes biodegradáveis. Este efeito pode estar associado à hidrofobicidade dos óleos essenciais que são capazes de provocar despolarização das membranas mitocondriais. Pode haver uma mudança no fluxo de prótons e alteração nos gradientes de íons, modificando o pH da célula, afetando a composição química e os processos metabólicos, resultando em morte celular. Além disso, o efeito inibitório pode ser potencializado pela interação sinérgica dos

óleos essenciais, devido à similaridade entre os compostos fenólicos que os constituem (BURT, 2004).

Tabela 2 – Diâmetro dos halos de inibição ao longo do período de incubação

Dias de incubação	Concentração da mistura de óleos essenciais (%)		
	0	1	2
1	Sh	sh	sh
2	0 ^c	3,8±0,2 ^b	5,6±0,3 ^a
3	0 ^c	3,1±0,3 ^b	5,1±0,5 ^a
4	0 ^c	0,7±0,2 ^b	4,7±0,4 ^a
5	0 ^b	0 ^b	4,3±0,6 ^a
6	0 ^b	0 ^b	4,2±0,3 ^a
7	0 ^b	0 ^b	2,1±0,2 ^a
8	0 ^b	0 ^b	1,2±0,1 ^a

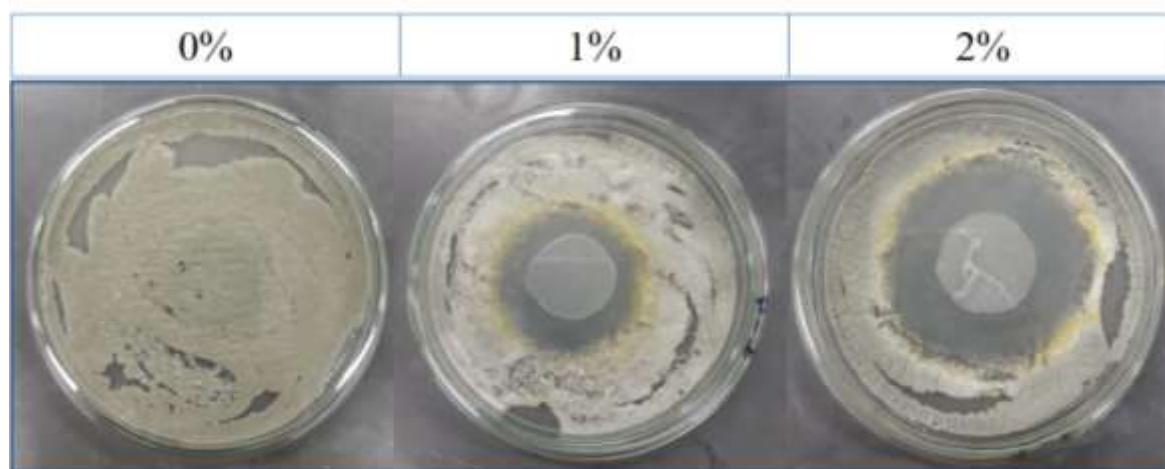
Fonte: Dos autores, 2019.

sh: sem halo visível.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A Figura 2 ilustra o aspecto dos halos de inibição formados e evidencia a diferença no diâmetro dos mesmos no terceiro dia de incubação.

Figura 2 – Aspecto dos halos de inibição após 3 dias de incubação



Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusão

Os resultados do presente estudo indicam que a adição de 2% de mistura de óleos essenciais à matriz polimérica de filmes biodegradáveis de amido e gelatina não alterou significativamente as propriedades mecânicas em relação ao controle, mas retardou o desenvolvimento de bolores isolados de pães integrais.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e ao Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) pelo suporte institucional. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro (Projeto 424938/2016-2) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos e pelo apoio financeiro (código 001).

Referências

- ASTM. Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting (D882-02). In: **Annual book of ASTM standards**. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 2002.
- ATARES, L., CHIRALT, A. Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging. **Trends in Food Science & Technology**, 48, 51-62, 2016.
- BONA, J. C. **Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de blendas de amido com polietileno**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), UFSC, Florianópolis, 2007.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. **International Journal of Food Microbiology**, 94, 223–253, 2004.
- CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Tecnologia da panificação**. 2. ed. Barueri: Manole, 2009.
- GRAU, M. A. R.; BUSTILLOS, R. J. A.; FRIEDMAN, M.; HENIKA, P.R.; BELLOSO, O. M.; MCHUGH, T.H. Mechanical, Barrier, and Antimicrobial Properties of Apple Puree Edible Films Containing Plant Essential Oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 54, 9262–9267, 2006.
- LONG, N. N. V.; JOLY, C.; DANTIGNY, P. Active packaging with antifungal activities. **International Journal of Food Microbiology**, 220, 73–90, 2016.
- NASCIMENTO, G. G. F.; LOCATELLI, J.; FREITAS, P. C. Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic – resistant bacteria. **Brazilian Journal of Microbiology**, 31: 247-256, 2000.
- PELLISSARI, F. M.; MAHECHA, M. M. A.; SOBRAL, P. J. A.; MENEGALLI, F. C. Optimization of process conditions for the production of films based on the flour from plantain bananas (*Musa paradisiaca*). **LWT - Food Science and Technology**, 52, 11-11, 2013.
- SILVEIRA, M. P.; SANTOS, M. A. A; SOUZA, P. M.; PELLISSARI, F. M.; SCHMIELE, M. Atividade antifúngica de óleos essenciais de canela, cravo e louro sobre bolores de pão de forma

integral. *In: XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS*, 2018 Belém. **Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Belém, 2018.

TONGNUANCHAN, P.; BENJAKUL, S.; PRODPRAN, T.; NILSUWAN, K. Emulsion film based on fish skin gelatin and palm oil: Physical, structural and thermal properties. **Food Hydrocolloids**, 48, 248-259, 2015.

ZIVANOVIC, S.; CHI, S.; DRAUGHON, A. F. Antimicrobial Activity of Chitosan Films Enriched with Essential Oils. **Journal of Food Science**, Vol. 70, Nr. 1, 2005.

Capítulo 8

Efeito da modificação química por acetilação nas propriedades químicas e tecnológicas de amido de araruta (*Maranta arundinacea* L.) nativo e modificado

Matheus Ferreira Almeida*¹; Beatriz Sousa Coelho¹; Raul Antonio Araújo do Bonfim¹ Marcos Ferreira Almeida¹; Jessica Souza Ribeiro²; Cristiane Martins Veloso³

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da modificação química por acetilação do amido de araruta (*Maranta arundinacea* L.) nativo e modificados em diferentes proporções de anidrido acético. O amido de araruta foi obtido a partir de rizomas de araruta obtidos da Região do Recôncavo da Bahia. O amido foi isolado de forma direta utilizando-se apenas água como solução extratora. A modificação química do amido foi realizada por acetilação, utilizando anidrido acético em diferentes níveis (6% m/m, 10% m/m e 14 % m/m). A umidade está dentro dos padrões da ANVISA para farinhas e cereais, tanto no amido nativo quanto para o amido modificado. O grau de substituição (GS), que caracteriza a modificação química do amido, foi considerada baixa, e a diferença entre os níveis não significativa. As propriedades funcionais, índice de solubilidade (IS) e o poder de inchamento (PI), também não apresentaram diferença significativa em relação ao amido de araruta nativo, sendo o PI deste ligeiramente superior ao dos amidos modificados (16,30 g/g). As concentrações utilizadas de anidrido acético, portanto, não foram suficientes para que ocorresse alterações significativas nas propriedades do amido de araruta.

Palavras-chave: Acetilação. Anidrido acético. Grau de substituição. Índice de solubilidade. Poder de inchamento.

Introdução

O amido é a principal forma de reserva energética das plantas e constitui a principal fonte calórica da alimentação humana. Ele é encontrado em diversos órgãos vegetais, como sementes e

¹ Graduandos em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB.

² Professora, Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade - CCTES, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB.

³ Professora Titular, Departamento de Ciências Naturais – DCN, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB.

* Autor para correspondências: theualmeida.tf@gmail.com

grãos de cereais (arroz e milho), tubérculos (batata), raízes (mandioca), rizomas (araruta) e frutos verdes (banana) (LEONEL; CEREDA, 2002). A araruta (*Maranta arundinacea* L.) é uma planta herbácea, cuja reserva energética se encontra no rizoma, de onde se extrai o amido, e é considerada uma fonte alternativa de amido para a indústria. A extração de amido da araruta é feita, na sua maioria, pela agricultura familiar, de forma simples, assim como a mandioca, sendo, portanto, uma matriz amilácea de custo baixo que alcança preços elevados no mercado internacional (LEONEL; CEREDA; SARMENTO, 2002).

A indústria de alimentos atualmente é o maior consumidor de amido, entretanto, outros ramos também o utilizam com frequência, como é o caso da indústria têxtil, de cosméticos, de embalagens e as indústrias químicas. Diversos amidos são utilizados, sendo eles de origem natural, conhecidos como amidos nativos, obtidos de diversas fontes vegetais, ou amidos modificados (HENRIQUE; CEREDA; SARMENTO, 2008).

O amido quando se extrai da planta, sem nenhuma alteração, é considerado nativo, e tem ampla aplicação industrial. A composição química dos grânulos, bem como sua forma, tamanho e associações são dependentes de sua origem botânica, sendo constituído por polímeros de amilose e amilopectina (98% a 99% b.s.), principalmente. Já o amido modificado, é aquele amido que sofre algum tratamento, seja ele químico, com um reagente específico, como por exemplo a hidrólise ácida, ou físico, que modifica as propriedades físico-químicas, sem destruir a estrutura do grânulo, como por exemplo, o tratamento térmico com baixa umidade (TTBU) (MARÍN *et al.*, 2010).

A utilização, portanto, de amidos modificados é uma alternativa, pois a modificação pode alterar algumas propriedades físico-químicas do amido, para satisfazer as necessidades industriais. Os amidos modificados, normalmente, superam os limites dos amidos nativos, como baixa resistência ao cisalhamento, baixa decomposição, alta retrogradação e sinérese, além da instabilidade de sua estrutura em diferentes condições de temperatura, pH e pressão (SILVA *et al.*, 2006).

A escolha da modificação do amido irá depender das propriedades que se deseja melhorar. Para uma menor temperatura de gelatinização, maior hidrofobicidade, ficando mais estável em relação a retrogradação e formação de pastas mais claras e com maior absorção de água durante a gelatinização é necessário um processo químico específico, como a acetilação, que consiste na conversão dos grupos hidroxila das moléculas de amido em grupos acetila, para a formação de acetato de amido, utilizando o anidrido acético. O grau de substituição (GS) indica o número médio de acetilas por unidade de anidro de glicose no amido.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da modificação química do amido de araruta (*Maranta arundinacea* L.) nativo, por acetilação com diferentes proporções de anidrido acético.

Material e métodos

Isolamento do amido

As extrações foram realizadas no laboratório de Química II/Bioquímica e no anexo do laboratório de Química Analítica Ambiental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* Vitória da Conquista. Foram utilizados rizomas de araruta (*Maranta arundinacea* L.) colhidas nos meses de outubro e novembro do ano de 2017, obtidos na cidade de Conceição do Almeida, no Recôncavo da Bahia.

Usou-se a metodologia empregada por produtores de amido de araruta da cidade de Conceição do Almeida, com adaptações. Os rizomas, após corte de suas pontas, foram pesados e imersos em água, no intuito de facilitar a remoção da casca e após descascados, foram fatiados, com as fatias medindo 6 mm. Em seguida, na proporção de 1:1 (massa de araruta/volume de água) triturou-se a araruta em um liquidificador por 5 min. O homogenato foi filtrado em um tecido fino, tipo organza, e o resíduo retido retornou ao liquidificador com a mesma quantidade de água, triturando-se novamente por 5 min, realizando-se nova filtragem. A suspensão de amido foi deixada em repouso por 3 h. Em seguida retirou-se a primeira água e adicionou-se mais água limpa, deixando em repouso por mais uma hora. Esse procedimento foi repetido até que a última água ficasse totalmente límpida. Por fim amido foi transferido para um recipiente e levado para secagem em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 40° C por 24 h. Após secas, as amostras de amido obtidas foram pulverizadas, utilizando o almofariz e pistilo, e peneirados em peneira de 50 mesh

Modificação Química – Acetilação

A modificação do amido por acetilação foi realizada de acordo com o método descrito por Sathe e Salunkhe (1981), sendo que 20 g de amido foi disperso em 100 mL de água destilada, agitada em agitador magnético por 30 min e o seu pH ajustado para 8,0, usando NaOH 1,0 M. Anidrido acético (1,2 g, 2 g e 2,8 g) foi adicionado, seguindo-se de agitação, em agitador magnético, por 1 h, mantendo-se o pH em torno de 8,0 - 8,5. Em seguida, o pH foi ajustado para 4,5 com HCl 1,0 M. Por

fim, a dispersão foi filtrada, lavada por 4 vezes com água destilada, seguida de uma lavagem com etanol 92% (v/v) e seca em estufa de circulação forçada de ar à 35 °C, por 12 h.

Caracterização química e determinação das propriedades funcionais

Determinação dos teores de amilose e umidade

Na determinação do teor de amilose aparente do amido nativo foi empregado o método colorimétrico de acordo com Martinez e Cuevas (1989). Para a determinação do teor de umidade utilizou-se o método gravimétrico n° 92510 sugerido pela AOAC (2016).

Determinação da porcentagem do grupo acetil e grau de substituição (GS) do amido acetilado

O teor de grupos acetil (expresso como porcentagem em base seca) e o grau de substituição foram determinados de acordo com a metodologia de Wurzburg (1964). Amido acetilado (1,0 g) foi colocado em um erlenmeyer de 250 mL, e adicionado 50 mL de etanol a 75% (v/v). O frasco, fechado com uma rolha, foi agitado sob aquecimento a 50 °C por 30 min, resfriado, e 40 mL de NaOH 0,45 M foram adicionados. O excesso foi titulado com HCl 0,2 M, usando como indicador a fenolftaleína. Após agitação, retirou-se a rolha e as paredes do erlenmeyer foram lavadas com água destilada. A solução ficou em repouso por 2 h, então qualquer hidróxido adicional que possa ter lixiviado da amostra foi titulado. O amido nativo foi titulado nas mesmas condições para obter o valor do branco. A porcentagem de acetilação foi calculada usando a Equação 1.

$$\text{Grupo acetil (\%)} = \frac{[(V_a - V_b) \text{ mL} \times M_{\text{Ácido}} \times 0,043 \times 100]}{M_{\text{amido}}} \quad (1)$$

Onde: V_a = volume gasto na titulação da amostra (mL); V_b = volume gasto na titulação do amido nativo (mL); $M_{\text{ácido}}$ = concentração do HCl e M_{amido} = massa da amostra (g).

O grau de substituição (GS) foi calculado utilizando a porcentagem de acetilação usando a Equação 2.

$$\text{Grupo de substituição (GS)} = \frac{162A}{4300 - 42A} \quad (2)$$

Onde: 162 = Peso molecular de uma unidade de glicose e A = Grupo acetil

Determinação do poder de inchamento e solubilidade

O poder de inchamento (PI, g/g) e índice de solubilidade (IS, %) dos amidos nativo e modificados foram determinados a 95°C de acordo com a metodologia de Schoch (1964), com modificações. Um grama de amido diretamente em tubo de centrífuga, adicionando-se 20 mL de água destilada, sendo a suspensão homogeneizada por 1 min em agitador vortex. Após esse período os tubos foram aquecidos em banho-maria a 95°C, por 30 min com agitação suave regular (manual). Após resfriamento à temperatura ambiente, a amostra foi centrifugada a 1814 g, durante 20 min. Para a determinação do índice de solubilidade (%) das amostras, o sobrenadante foi cuidadosamente transferido para placas de Petri, previamente pesadas, e o volume seco em estufa à 105°C até massa constante. O poder de inchamento (g água/ g amostra seca) foi determinado por meio do precipitado (gel) que se acumula no fundo do tubo de centrífuga, que foi pesado, obtendo-se a massa do precipitado. Os cálculos para a determinação do índice de solubilidade e poder de inchamento foram realizados em triplicata, utilizando as Equações 3 e 4, onde o IS é o índice de solubilidade (%); PI é o poder de inchamento (g/g); m_s , a massa do sobrenadante seco (g); m_{gel} , a massa do gel (g) e m_a é a massa da amostra (g).

$$IS(\%) = \frac{m_{gel}}{m_a - m_s} \quad (3)$$

$$PI\left(\frac{g}{g}\right) = \frac{(m_{gel} * 100)}{m_a * (100 - IS)} \quad (4)$$

Análise estatística

Os dados foram analisados usando o software livre R 3.5.3, para avaliar o efeito dos diferentes níveis de ácido acético nas propriedades dos amidos. As análises foram feitas em triplicata e os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

O teor de umidade variou entre os tratamentos estudados, porém, não apresentaram diferença mínima significativa, conforme mostra a Tabela 1. Os teores de umidade estão dentro do limite seguro para estocagem, sem deterioração da sua qualidade, promovido pelo desenvolvimento de microrganismos (MWETA *et al.*, 2010). O teor de amilose aparente do amido nativo observado neste trabalho foi de 16,44 % b.s.

Em se tratando do grau de substituição, este é considerado baixo para as concentrações de 1,2 e 2,0 g de anidrido acético, e para o tratamento com 3,0 g de anidrido acético não houve nenhuma substituição. É possível, portanto, afirmar que, as concentrações utilizadas de anidrido acético não foram suficientes para que ele reagisse efetivamente com o amido e ocorresse a substituição dos grupos hidroxila existentes nas cadeias do amido por grupos acetil, que são de natureza hidrofóbica. Com base nestes resultados, pode-se inferir que para o amido de araruta, níveis maiores de anidrido acético são necessários para que ocorra a modificação de sua estrutura química.

Tabela 1 – Umidade percentual e Grau de substituição (GS) de amidos nativo e modificados, em diferentes concentrações de anidrido acético.

Tratamento	Umidade (%)*	GS (b.s.)**	Amilose (%) b.s.*
NA	13,98 ± 0,03 ^a	-	16,44 ± 1,55
AA1	12,85 ± 0,77 ^a	0,01	-
AA2	12,23 ± 0,19 ^a	0,01	-
AA3	12,25 ± 0,22 ^a	0,00	-

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: AN: Amido nativo; AA1; AA2 e AA3: Amidos modificados com adição de 1,2 g, 2,0 g e 2,8 g de anidrido acético, respectivamente; b.s.: Base seca.

Nota: * Os dados foram obtidos por análises em triplicata e expressos como média ± desvio padrão. ** Os dados para o GS são valores médios calculados. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparação entre tratamentos) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Assim como o grau de substituição (GS), o índice de solubilidade (IS) e o poder de inchamento (PI) não alteraram em função da modificação do amido, a despeito das concentrações de anidrido acético (Tabela 2).

Lima, Silva Júnior e Sá (2014), estudando propriedades funcionais do amido do feijão andú nativo e modificado por acetilação, observaram que os valores para o índice de solubilidade foram semelhantes, tanto para o amido nativo, quanto para os amidos modificados, a temperatura de 95°C, porém com valores inferiores ao encontrado neste trabalho. Os mesmos autores também avaliaram o poder de inchamento, a mesma temperatura, os valores foram próximos, mas sem diferenças significativas. Para amidos acetilados, espera-se que o PI seja superior aos de amidos nativos, e isso se deve à reação do grupo acetil, na região amorfa do grânulo, favorecendo a entrada da água (LIMA; SILVA JÚNIOR; SÁ, 2014), o que não ocorreu neste trabalho. Por isso, é possível observar que a concentração do anidrido acético não foi suficiente para caracterizar a modificação, no que se trata ao grau de substituição e na melhoria das propriedades funcionais do amido.

Tabela 2 – Índice de solubilidade (IS) e poder de inchamento (PI) de amidos nativo e modificados, em diferentes concentrações de anidrido acético.

Tratamento	IS (%) b.s.*	PI (g/g) b.s.*
AN	13,94 ± 0,34 ^a	16,30 ± 0,50 ^a
AA1	13,91 ± 0,17 ^a	16,03 ± 0,07 ^a
AA2	14,14 ± 0,70 ^a	16,41 ± 0,92 ^a
AA3	13,83 ± 0,26 ^a	15,75 ± 0,73 ^a

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: AN: Amido nativo; AA1; AA2 e AA3: Amidos modificados com adição de 1,2 g, 2,0 g e 2,8 g de anidrido acético, respectivamente; b.s.: Base seca.

Nota: * Os dados foram obtidos por análises em triplicata e expressos como média ± desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparação entre tratamentos) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Conclusão

A concentração de anidrido acético utilizado para a modificação do amido de araruta não foi suficiente para este fim, visto que o grau de substituição foi considerado muito baixo e não-significativo, e não ocorreu melhoria das propriedades funcionais, como o índice de solubilidade e o poder de inchamento.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI) pela concessão da bolsa e apoio financeiro para a realização da pesquisa.

Referências

- AOAC – Association of Official Analytical Chemists: “**Official Methods of Analysis**”, 20th edition, Gaithersberg, USA. 2016.
- HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 28, n.1, p.231-240, 2008.

- LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 22, n.1, p.65-69, 2002.
- LEONEL, M. CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Processamento de araruta (*Maranta arundinacea*) para extração e caracterização da fração amilácea. **Braz. J. Food Technol.**, v. 5, p. 151-155, 2002.
- LIMA, R. R. O.; SILVA JÚNIOR, N. P.; SÁ, F. M. P. Propriedades funcionais do amido do feijão andú (*Cajanus cajan* L.) nativo e modificado por acetilação. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**. v. 5, n.1, p. 113-126, 2014.
- MARÍN, M. L. R.; SANTIAGO, C. N.; WANG, Y.; PÉREZ, L. A. B. Physicochemical and structural characteristics of cross-linked banana starch using three cross-linking reagentes. **Starch/Starke**. v. 62, p.530–537, 2010.
- MARTINEZ, C.; CUEVAS, F. Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz. **Guia de estudo**, CIAT, 1989.
- MWETA, D. E.; LABUSCHAGNE, M. T.; BONNET, S.; SWARTS, J.; SAKA, J. D. Isolation and physicochemical characterisation of starch from cocoyam (*Colocasia esculenta*) grown in Malawi. **J. Sci. Food. Agro.**, v. 90, n. 11, p. 1886-1896, 2010.
- SATHE, S. K.; SALUNKHE, D. K. Isolation and Partial Characterization of na Arabinogalactan from the Great Northern Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Food Science**, v. 46, n. 4, p. 617–621, 1981.
- SCHOCH, T. J. Swelling power and solubility of granular starches. *In*: WHISTLER, R.L. (org.) **Methods in Carbohydrate Chemistry: Starch**, IV. New York: Academic Press, 1964. p. 106-109.
- SILVA, G. O.; TAKIZAWA, F. F.; PEDROSO, R. A.; FRANCO, C. M. L.; LEONEL, M.; BRUDER, S.; SARMENTO, S.; DEMIATE, M. Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no brasil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.26, n.1, p. 188-197, 2006.
- WURZBURG, O. B. Starch derivatives and modification. *In*: WHISTLER, R.L. (org.) **Methods in Carbohydrate Chemistry: Starch**, IV. New York: Academic Press, 1964. p. 286-288.

Capítulo 9

Filmes à base de amido de araruta (*Maranta Arundinacea* L.) com adição de óleo de Licuri (*Syagrus Coronata*) e Tween 80

Amanda Alves Rocha¹; Matheus Almeida Ferreira*²; Beatriz Sousa Coelho²; Jessica Souza Ribeiro³; Leandro Soares Santos⁴; Cristiane Martins Veloso⁵

Resumo

Os filmes de amido são quebradiços e hidrofílicos, características que tornam a sua aplicação limitada. Para melhorar essas características, componentes como os lipídios têm sido incluídos na formulação dos filmes. O objetivo deste trabalho foi elaborar e caracterizar filmes de amido de araruta com adição de óleo de licuri e Tween 80. Os filmes foram elaborados empregando um planejamento experimental com treze ensaios, composto por cinco níveis de óleo de licuri (3 a 16 % m/v) e cinco níveis de Tween 80 (0,7 a 1,10 v/v). Foi elaborado também um filme sem o óleo (branco) para melhor entender efeitos dos dois componentes nos filmes de amido de araruta. A caracterização dos filmes foi feita por meio da análise de espessura, solubilidade, atividade de água e permeabilidade ao vapor de água. Foi observado que o óleo de licuri e o Tween 80 alterou todas as propriedades analisadas quando comparadas ao controle. A adição do óleo influenciou a permeabilidade a vapor de água e atividade de água dos filmes.

Palavras-chave: Polímeros naturais. Óleo vegetal. Surfactante. Propriedades mecânicas.

Introdução

Uma das alternativas apontadas como capaz de atender as demandas ambientais geradas pela grande utilização do plástico são os bioplásticos. Estes podem ser matérias plásticas de base biológica

¹ Mestranda em Engenharia e Ciências de Alimentos (PPGECAL/UESB), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Laboratório de Engenharia de Processos.

² Graduandos em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB.

³ Docente, Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade (CCTES), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CCTES/UFRB).

⁴ Docente, Departamento de Tecnologia Rural e Animal (DTRA), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (DCN/UESB), Laboratório de Ensaios de Matérias e Processos Agroindustriais.

⁵ Docente, Departamento de Ciências Naturais (DCN), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (DCN/UESB), Laboratório de Engenharia de Processos.

* Autor para correspondências: theualmeida.tf@gmail.com.

e biodegradáveis, não biodegradáveis derivados totalmente ou parcialmente de polímeros de base biológica e biodegradável derivado de material fóssil (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2018).

Os biopolímeros que compõem os bioplásticos podem ser polissacarídeos, proteínas e lipídios, dentre as quais nesses grupos destacam-se: o amido, a quitosana, a celulose, a proteína do soro de leite, a gelatina e a zeína, além dos óleos vegetais e ceras (VIEIRA *et al.*, 2011; ASHOKA; ABHIJITHA; REJEESH, 2018). O amido destaca-se na produção de bioplásticos por ser um biopolímero de obtenção fácil, barata, de alta rentabilidade e em razão da sua composição química, que consiste em polímeros de amilose e amilopectina, capazes de formar uma rede matricial ideal para os filmes. Uma fonte de amido não convencional é a araruta (*Maranta arundinacea* L.), um rizoma muito comum no Brasil e pouco explorada economicamente. O amido de araruta apresenta em sua composição um teor de amilose superior a 20 %, essa característica tem feito com que esse amido chame a atenção dos pesquisadores que buscam novas matérias primas para bioplásticos (NOGUEIRA; FAKHOURIB; OLIVEIRA, 2018).

Apesar das vantagens relacionadas a obtenção, custo e composição do amido e a sua utilização em filmes, os bioplásticos elaborados com essa matéria-prima são frágeis, fazendo-se necessária a modificação dessa característica (VIEIRA *et al.*, 2011). Uma das opções que têm sido estudadas para superar as limitações causadas pelo caráter hidrofílico dos principais elementos que formam os filmes é a adição de componentes hidrofóbicos, como os lipídios, nas suas formulações (VIEIRA *et al.*, 2011; SONG; ZUOA; CHENA, 2018).

No entanto, a polaridade do amido e demais componentes dos filmes pode ser uma barreira para o acréscimo de lipídios em filmes, fazendo-se necessária a adição de um componente, como os surfactantes, que torna possível a interação de todos os componentes da formulação (VIEIRA *et al.*, 2011). O Tween 80 é um surfactante hidrofílico, não iônico, muito utilizado em filmes, e que vem sendo mencionado como ingrediente que facilita a miscibilidade das formulações de filmes compostos de elementos hidrofóbicos e hidrofílicos (SONG; ZUOA; CHENA 2018).

Dessa forma, diante da possibilidade de tornar os filmes de amidos capazes a substituir os plásticos convencionais com a adição de componentes que podem atender as principais expectativas de melhorias das propriedades, este trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar filmes utilizando amido de araruta, óleo de licurí e Tween80.

Material e métodos

Materiais

Óleo de licuri extra-virgem (DI derivados de licuri, Cadeirão Grande, Bahia, Brasil), Glicerol (Cromoline) e Tween 80 (REAREC) foram utilizados na formação dos filmes. Todos reagentes utilizados foram de grau analítico.

Obtenção do amido de araruta

O amido foi obtido a partir de rizomas de araruta da variedade comum produzidas na Região de Conceição de Almeida – Ba. Os rizomas foram cortados, descartadas e deixadas em repouso em água para a remoção da casca. Após a remoção das cascas, os tubérculos foram cortados em fatias, triturados na proporção de 1:1 (massa de araruta/volume de água) e em seguida peneirada em um tecido fino. A suspensão de amido foi deixada em repouso por 3h. Esta última etapa foi repetida até que a última água de lavagem apresentasse a coloração transparente.

Determinação do teor de amilose do amido de araruta

Na determinação do teor de amilose aparente foi empregado o método colorimétrico de acordo com Martinez, Cuevas e Medina (1989).

Obtenção de filmes de amido de araruta

Para analisar o efeito da adição de óleo de licuri (OL) e Tween 80 (Tw80) nos filmes à base de amido, foi realizado um delineamento composto central rotacional (DCCR) 2^2 com 4 pontos axiais e 5 repetições do ponto central. As variáveis independentes foram as concentrações do óleo de licuri (3,0-16 % m/v) e concentração de Tween 80 (0,7-1,1 v/v). As variáveis dependentes foram: espessura, solubilidade, atividade de água e permeabilidade ao vapor de água. No preparo das soluções filmogênicas, as dispersões de água destilada e amido de araruta (3% m/v) foram aquecidas (80 °C) sob agitação constante até a completa gelatinização do amido (± 16 min) e então adicionado glicerol (45% m/m). O total das soluções foi de 200 mL e a técnica utilizada foi o “casting”. Em seguida o óleo e o Tween 80 foram incorporados ao gel sob agitação (8 min/7000 rpm) em homogeneizador

ultra-turrax (GE 700 Basic, Metabo, Alemanha), que foram espalhadas em placas de vidro (22,5 x 32,5 cm) e levadas à secagem (40 °C /12 h) em secador de bandeja com circulação de ar forçada (SL102, Solab). Após a secagem, os filmes foram retirados das placas e armazenados em dessecadores contendo solução saturada de brometo de sódio (NaBr) (53 ± 1% de UR e 25 ± 1 °C) por 48 h antes das análises. Além destes, foi elaborado um filme contendo apenas o amido e glicerol nas mesmas proporções e condições de secagem que os demais (controle).

Caracterização de Filmes de Amido de Araruta com Adição de Óleo de Licuri

A espessura foi obtida por meio de 7 medidas em diferentes pontos espalhados ao longo do filme utilizando micrômetro digital (13101-25, Pantec, Brasil) com 0,001 mm de precisão. A solubilidade em água de amido de araruta foi determinada segundo a metodologia proposta por Gontard, Guilbert e Cuq (1992). A atividade de água foi medida em analisador de atividade de água por ponto de orvalho (4TEV, AquaLab, EUA) configurado a 25 °C, sendo as amostras posicionadas de modo que cobrissem toda a base da porta amostra. A permeabilidade ao vapor de água (PVA) foi determinada segundo teste da ASTM E 96-16 (ASTM, 2016), com adaptações. Os filmes foram cortados em discos (4,5 cm de diâmetro) e colocados em célula contendo sílica gel (UR = 0%; 0 kPa de pressão de vapor). As células foram colocadas dentro de um dessecador contendo água destilada (UR = 100%; 2,34 kPa de pressão de vapor), mantidas em ambiente climatizado (21 °C) e pesadas a cada 24 h, durante 7 dias consecutivos.

Análise dos resultados

As análises químicas do amido e análise de permeabilidade ao vapor de água foram realizadas em triplicata. As medidas de espessura foram realizadas em quintuplicata. O efeito da adição do óleo de licuri e Tween 80 foi analisado através da metodologia da superfície de resposta com o auxílio do Software Statistical Analysis System (SAS) University.

Resultados e discussão

Teor de amilose do amido da araruta

O teor de amilose aparente obtido para o amido de araruta ($21,63 \pm 0,11$ % m/m) está dentro do desejável para aplicação em filmes (NOGUEIRA; FAKHOURIB; OLIVEIRA, 2018). A amilose influencia no grau de polimerização da matriz do filme e nas suas propriedades de barreira. Em torno de 20 % de amilose, valor próximo ao encontrado no amido analisado, favorece a formação de matrizes mais coesas que podem ser mais resistentes à umidade e aos gases.

Caracterização dos filmes

A espessura média dos filmes de amido de araruta com OL e Tw80 foi de 0,12 mm (Tabela 1). As diferentes concentrações desses componentes nos filmes não causaram variações significativas ($Y = \bar{Y}$) nesse parâmetro. Comparando a média dos valores encontrados para a espessura dos filmes com a do filme controle ($0,09 \pm 0,01$ mm), observa-se que a adição de óleo causa um aumento nesta variável. A influência do acréscimo de óleo na espessura dos filmes de amido é causada pelo alojamento das partículas desse componente na rede polimérica acarretando um aumento de descontinuidade (CHIUMARELLI; HUBINGER, 2014). Essas alterações podem acarretar aumento de volume da matriz e na espessura, o que pode explicar o efeito causado pelo acréscimo de OL e Tw80 na espessura dos filmes de amido quando comparados ao filme branco. No entanto, o processo de formação de emulsão distribui as partículas dos constituintes dos filmes de forma equilibrada o que pode reduzir a percepção das diferentes concentrações do óleo adicionado no filme, causando um impacto mínimo sob a espessura.

A média de solubilidade dos filmes de amido de araruta com OL e Tw80 foi de 11,60% (Tabela 1), enquanto que o valor para solubilidade encontrado no filme controle foi de 18,79% ($\pm 0,92$) demonstrando que o acréscimo de óleo leva à uma redução na solubilidade dos filmes. O óleo, em razão da sua hidrofobicidade, cria uma barreira de proteção a matriz contra a umidade (BASIAK; DEBEAUFORT; LENART, 2016). Não ocorreu uma mudança significativa na solubilidade ($Y = \bar{Y}$) para as diferentes formulações de OL e Tw80. O Tw80 pode favorecer a interação do OL com a matriz polimérica, reduzindo a quantidade de hidroxilas livres para interação com a água, além disso, o OL é constituído por molécula hidrofóbica, esses fatores reunidos podem reduzir a lixiviação da matriz e favorecer a redução da solubilidade.

Tabela 1 - Resultados da caracterização dos filmes de amido de araruta, OL e Tw 80

Filme	Espessura (mm)	Solubilidade (%)	Atividade de Água	PVA (g.mm.m ⁻² .dia.kPa)
A1	0,14 ± 0,01	13,50 ± 0,59	0,5435 ± 0,03	7,02 ± 0,60
B2	0,14 ± 0,02	8,42 ± 1,14	0,4600 ± 0,01	21,30 ± 3,38
C3	0,10 ± 0,02	5,65 ± 0,96	0,4888 ± 0,01	9,92 ± 2,01
D4	0,11 ± 0,03	11,54 ± 0,89	0,4872 ± 0,02	25,24 ± 4,40
E5	0,18 ± 0,01	15,51 ± 1,64	0,5534 ± 0,01	19,53 ± 3,11
F6	0,11 ± 0,01	13,71 ± 0,65	0,4249 ± 0,02	25,93 ± 4,47
G7	0,12 ± 0,02	14,41 ± 0,48	0,3746 ± 0,02	9,74 ± 1,47
H8	0,12 ± 0,02	13,41 ± 1,70	0,3673 ± 0,01	10,52 ± 1,64
I9*	0,10 ± 0,00	13,04 ± 0,38	0,6394 ± 0,01	18,18 ± 2,88
J10**	0,11 ± 0,00	11,29 ± 1,75	0,6141 ± 0,03	22,24 ± 3,38
L11**	0,14 ± 0,01	11,34 ± 0,64	0,6198 ± 0,03	14,56 ± 2,80
M13**	0,14 ± 0,04	9,32 ± 0,82	0,6201 ± 0,03	13,69 ± 1,41
N13**	0,13 ± 0,01	9,70 ± 0,85	0,5471 ± 0,03	17,96 ± 0,46

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: A1 (4,9 % m/m OL, 0,76% m/m Tw80); B2 (14,1 % m/m OL, 0,76% m/m Tw80); C3 (4,9 % m/m OL, 1,04% m/m Tw80); D4 (14,1 % m/m OL, 1,04% m/m Tw80); E5 (3,0 % m/m OL, 0,90% m/m Tw80); F6 (16,0 % m/m OL, 0,90 % m/m Tw80); G7 (9,5 % m/m OL, 0,70% m/m Tw80); H8 (9,5 % m/m OL, 1,10% m/m Tw80); I9 (9,5 % m/m OL, 0,90% m/m Tw80); J10, L11, M12, N13 (9,5 % m/m OL, 0,9% m/m Tw80).

Nota: * Ponto central; ** Repetição do ponto central.

A partir da análise estatística, modelos matemáticos foram ajustados aos dados experimentais da atividade de água (A_a) e permeabilidade ao vapor de água (PVA) (Equações 1 e 2).

$$A_a = -3,03 + 2,42Tw80 - 4,47Tw80^2 \quad (p < 0,05, R^2 = 80\%) \quad [\text{Eq. 1}]$$

$$PVA = 163,30 + 1,05 Ole + 376,16 Tw80 - 205,07 Tw80^2 \quad (p < 0,05, R^2 = 90\%) \quad [\text{Eq. 2}]$$

A atividade de água (A_a) foi significativamente influenciada pela presença do Tw80 na formulação dos filmes ($p < 0,05$). Para esta variável foi obtido um modelo quadrático, onde foi observada uma redução da atividade de água em concentrações abaixo e acima de 0,89% (m/m) de Tw80. Em comparação feita com o filme controle, que teve A_a igual a 0,6075 ($\pm 0,0005$), a adição de OL e Tw80 reduziu em aproximadamente 16,1% a atividade de água dos filmes. Esse comportamento foi favorecido pela presença do óleo, um componente hidrofóbico na matriz que reduz o conteúdo de

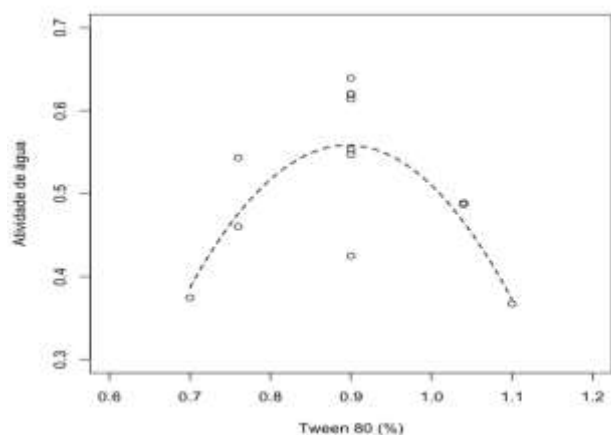
água na matriz (BASIAK; DEBEAUFORT; LENART, 2016). O Tw80 é um componente anfifílico e por esse motivo tem a capacidade de formar interações com a água, o amido e o óleo (SONG; ZUOA; CHENA 2018). Em baixas concentrações de Tw80 há um favorecimento da interação água-amido e, conseqüentemente, redução da atividade de água. Por outro lado, em concentrações mais altas, pode haver uma maior interação do Tw80 com o amido, deixando a água disponível. Isso explica o comportamento observado no ponto máximo de 0,89% m/m de Tw80 (Figura 1). Nesse ponto, acredita-se que o Tw80 está abaixo da sua concentração micelar crítica (CMC) e, por esse motivo, os componentes hidrofóbicos podem permanecer em menor quantidade na matriz, prevalecendo a plastificação por componentes hidrofílicos como a água, isso pode aumentar a atividade de água dos filmes (ARAÚJO, 2015). Acima do ponto de máximo pode haver interações entre os grupos funcionais do óleo com o amido favorecendo a expulsão da água da matriz e reduzindo a água disponível no sistema e a mobilidade dessa molécula.

Para a permeabilidade ao vapor de água (PVA) as duas variáveis estudadas tiveram influência significativa ($p < 0,05$). Os componentes tiveram efeitos independentes, onde o OL demonstrou comportamento linear crescente e o Tw80 efeito quadrático. A taxa de PVA do filme branco (controle) foi de 6,5 g.mm.m⁻².dia.kPa, este valor é 48,3 % menor em relação ao observado nas concentrações próximas a 0,91% de Tw80, ponto máximo para Tw80, e 3% de óleo de licuri onde foi observado uma PVA de 19,53 g.mm.m⁻².dia.kPa (Tabela 1).

A adição de lipídios nos filmes pode levar à formação de zonas de descontinuidade durante a secagem e como consequência, as taxas de permeabilidade ao vapor de água são aumentadas (VIEIRA *et al.*, 2011). Desta forma, o aumento ocasionado pelo OL na PVA nos filmes pode estar sendo causado por um aumento de fluxo livre relacionado a possíveis descontinuidades, pela presença de poros e fraturas na rede poliméricas, que cresce com o aumento da concentração de OL (Figura 2).

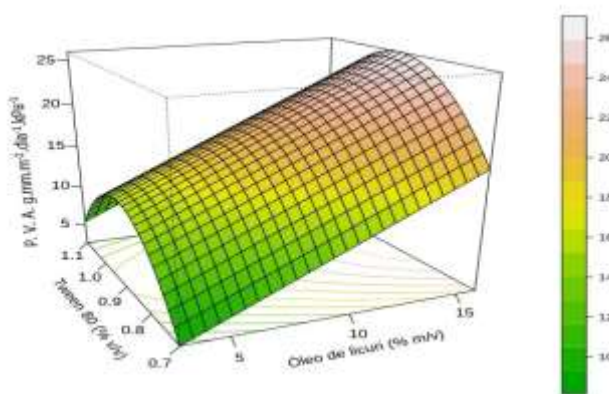
Já o comportamento da PVA com a adição de Tw80 pode ser explicado pelo efeito promovido por esse surfactante sobre o óleo, e sobre os polímeros de amilose e amilopectina. O aumento da concentração de Tw80 promove uma maior interação óleo-amido, aumentando também a quantidade de componente hidrofóbico na matriz o que pode reduzir a PVA. Já a redução da PVA observada nas concentrações abaixo do ponto máximo, pode ser causada pela interação amido-amido, que torna a matriz mais linear e por esse motivo, mais coesa e menos permeável.

Figura 1 - Atividade de água em filmes de amido de araruta e óleo de licuri. (°) valores experimentais para Aa; (- -) representação do modelo matemático quadrático ajustado aos dados



Fonte: Dos autores, 2019.

Figura 2 - Permeabilidade a vapor de água em filmes de amido de araruta e óleo de licuri



Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusão

As adições óleo de licuri e Tween 80 tiveram efeitos significativos sobre a permeabilidade ao vapor de água dos filmes à base de amido de araruta. O óleo e Tween 80 também contribuíram para a formação de uma estrutura filmogênica com baixa atividade de água. Os filmes obtidos podem ser usados como embalagens primárias em alimentos como balas, doces, chocolates, envoltórios de frutas e verduras com casca.

Referências

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials. **ASTM E 96-16**. Nova York. 2016.
- ARAÚJO J. M. **Químicas de Alimentos. Teoria e Prática**. Viçosa: Editora UFV, 2015.
- ASHOKA, A.; ABHIJITHA, R.; REJEESH, C. R. Material characterization of starch derived bio degradable plastics and its mechanical property estimation. **Materials Today: Proceedings**. v. 5, p. 2163–2170, 2018.
- BASIAK, E., DEBEAUFORT, F., LENART, A. Effect of oil lamination between plasticized starch layers on film properties. **Food Chemistry**, v 195, p. 56-63, 2016.
- CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. **Food Hydrocolloids**. v. 38, p. 20-27, 2014.
- EUROPEAN BIOPLASTICS. Disponível em: < <https://www.european-bioplastics.org/t>> Acesso em: 18 de Agosto de 2018.
- GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Edible Wheat Gluten Films: Influence of the Main Process Variables on Film Properties using Response Surface Methodology. **Journal of Food Science**. v. 57, n. 1, 1992.
- MARTINEZ, C.; CUEVAS, F. **Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz. Guia de estudo**, CIAT, 1989.
- NOGUEIRA, G. F.; FAKHOURIB, F. M.; OLIVEIRA, R. A. Extraction and characterization of arrowroot (*Maranta arundinaceae* L.) starch and its application in edible films. **Carbohydrate Polymers**. v. 186, p. 64–72, 2018.
- SONG, X.; ZUOA, G.; CHENA, F. Effect of essential oil and surfactant on the physical and antimicrobial properties of corn and wheat starch films. **International Journal of Biological Macromolecules**. v. 107, p. 1302–1309, 2018.
- VIEIRA, M. G. A. *et al.* Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review. **European Polymer Journal**. v. 47, p. 254–263, 2011.

Capítulo 10

Obtenção e caracterização de amido de banana da terra verde nativo e modificado por reticulação

Jéssica Souza Ribeiro^{*1}; Maria José Missão Cordeiro Santos²; Eduardo Bruno Macêdo Viana³; Matheus Ferreira Almeida⁴; Leandro Soares Santos⁵; Cristiane Martins Veloso⁶.

Resumo

Diversas pesquisas têm sido realizadas com amidos de fontes não convencionais, visando o aproveitamento de suas características e sua utilização pela indústria alimentícia. O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização do amido de banana da terra verde nativo e avaliar as alterações em suas propriedades físicas e funcionais quando este é modificado por reticulação. Os amidos nativo e modificados foram caracterizados quanto à umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, pH, teor de amilose aparente, poder de inchamento e índice de solubilidade, e foi determinado o conteúdo de carbonila e carboxila nos mesmos e realizada a análise da difração de raios X. O amido de banana da terra verde apresentou baixos teores de proteínas e lipídios e quantidade elevada de amilose aparente. A modificação química por reticulação promoveu a redução no teor de amilose aparente, o poder de inchamento e o índice de solubilidade, enquanto o índice de absorção de água apresentou um pequeno aumento em relação ao amido nativo. Não foram observadas modificações significativas nos padrões de difração de Raios X decorrentes da reticulação.

Palavras-chave: Polissacarídeo. Modificação química. Amilose. Difração de Raios X.

¹Docente, Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CETENS/UFRB), doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (PPGECAL/UESB);

²Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (PPGECAL/UESB);

³Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (PPGECAL/UESB);

⁴Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB);

⁵Docente, Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (DTRA/UESB).

⁶Docente, Departamento de Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (DCN/UESB).

*Autor para correspondência: e-mail: jsribeiro.nutri@gmail.com.

Introdução

O amido é um polissacarídeo de reserva energética encontrado nos vegetais na forma de grânulos, sendo a principal fonte de energia na dieta humana. Este carboidrato é extraído, convencionalmente, de partes comestíveis de cereais, tubérculos, raízes e rizomas, fornecendo cerca de 70% a 80% da energia calórica consumida no mundo (DAMODARAN *et al.*, 2010).

O amido extraído da banana da terra verde (*Musa paradisiaca* L.) exhibe características físico-químicas, funcionais e de digestibilidade que são diferentes das observadas em amidos de fontes convencionais, como a maior concentração da fração de amido não digerível, denominado de resistente. Por apresentar baixo custo de processamento, é uma alternativa viável para minimizar as perdas pós-colheita deste fruto (PINGYI *et al.*, 2005).

A utilização industrial de amidos nativos tem alguns inconvenientes, como a baixa resistência ao cisalhamento e decomposição, alta retrogradação e sinerése, instabilidade de sua estrutura em diferentes condições de temperatura, pH e pressão. Entretanto, algumas modificações podem ser realizadas para adequar as características do amido às necessidades da indústria. Assim, os amidos nativos podem sofrer modificações químicas ou físicas, tendo como objetivo aumentar sua estabilidade, melhorar as características reológicas das pastas e a retenção de água, entre outros aspectos desejáveis. Nas modificações químicas, o amido nativo é submetido a um tratamento com reagente específico para a introdução de grupos funcionais à sua estrutura molecular, a exemplo das modificações por meio de reações de derivação, como a reticulação ou *cross linking* (KITTIPONGPATANA; KITTIPONGPATANA, 2011).

Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização do amido de banana da terra verde nativo e avaliar as alterações em suas propriedades físicas e funcionais quando este é modificado por reticulação.

Material e métodos

A banana da terra (*Musa paradisiaca* L.) foi obtida de distribuidores da região Sudoeste da Bahia. Os frutos utilizados foram padronizados de acordo com o grau de maturação, com casca totalmente verde, excluindo-se as demais.

Extração do amido de banana da terra verde

Para a extração do amido da banana da terra verde, os frutos foram lavados, descascados, cortados em rodela com aproximadamente 3 mm e imersos em solução de NH_4OH 0,03 mol/L, na proporção 1:7 (m:v), segundo método proposto por Moorthy (1991). A polpa foi, então, triturada por 1 min, tamisada em peneiras (28, 48 e 200 *mesh*) e o conteúdo resultante foi centrifugado por 15 min a 3000 x g. O sobrenadante foi descartado, o amido foi novamente suspenso com água destilada e levado para centrifugação, sendo este processo repetido por quatro vezes.

Modificação química do amido - Cross Linking Starch (CLS)

O amido foi modificado quimicamente através da reticulação com trimetafosfato de sódio (STMP) de acordo com o método de Kittipongpatana e Kittipongpatana (2011) com algumas modificações. Para tanto, 60 g de amido, 90 mL de água destilada e STMP (1% m/m, 2% m/m, 3% m/m e 4% m/m) foram misturados em um reator. O pH da mistura foi ajustado para 10,0 com pequenas adições de NaOH 1 mol/L. A pasta foi agitada continuamente, aquecida até 45°C e deixada nessa temperatura por 30 min, sob agitação constante. Em seguida foi neutralizada com solução de HCl 1 mol/L, filtrada e então lavada cuidadosamente até que a solução de lavagem alcançasse pH 7,0. O amido modificado obtido foi seco a 40°C por 24 h (umidade final aproximadamente igual a 12%), pulverizado e peneirado em uma peneira de 80 mesh.

Caracterização química e físico-química dos amidos nativo e modificado

A determinação dos valores de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e pH foi realizada pelos métodos padrão da AOAC (2010). Na determinação do teor de amilose aparente, foi empregado o método colorimétrico de acordo com Martinez, Cuevas e Medina (1989). O índice de absorção de água (IAA) foi determinado a 30°C, de acordo com o método proposto por Kaitaranta, Lamppu e Linko (1980). O poder de inchamento (PI) o índice de solubilidade (IS) foram determinados a 95°C pelo método sugerido por Schoch (1964).

Determinação do conteúdo de carbonila e carboxila

O conteúdo de grupos carbonila no amido modificado foi determinado pelo método de titulação (SMITH, 1967) e o conteúdo de grupos carboxila no mesmo foi determinado de acordo com método de Chattopadhyay *et al.* (1997).

Análise da Difração de Raios X dos amidos nativo e modificado

As análises de difração de Raios X (DRX) foram realizadas em um difratômetro Bruker, Modelo D2 Phaser, utilizando radiação $\text{CuK}\alpha$ (30 kV e 10 mA) na faixa de $5^\circ \leq 2\theta \leq 40^\circ$. Utilizou-se potência de 1600 V e o método de escaneamento contínuo.

Análise estatística

A fim de avaliar o efeito de diferentes concentrações (1% m/m, 2% m/m, 3% m/m e 4% m/m) do agente reticulante, STMP, no processo de modificação química do amido de banana da terra verde os resultados foram submetidos a análise de regressão. Os modelos linear e quadrático foram testados sendo escolhido o modelo que apresentou ($p \leq 0,05$), falta de ajuste não significativa ($p > 0,05$), elevado valor do coeficiente de regressão e adequação do modelo ao fenômeno observado. Todas as análises foram realizadas no software estatístico Statistical Analysis System- SAS, versão 9.1.

Resultados e discussão

O rendimento do processo de extração e a caracterização química do amido de banana da terra verde estão apresentados na Tabela 1. A utilização de NH_4OH 0,03 mol/L, na proporção 1:7 (m:v), mostrou-se efetiva na hidrólise da polpa da banana da terra verde, resultando em maior rendimento da extração de amido, indicando o potencial industrial da banana da terra verde como fonte amilácea. O pH do amido apresentou-se ligeiramente básico, devido à utilização de hidróxido de amônio em sua extração.

O teor de umidade influencia diretamente na qualidade do amido, uma vez que valores baixos (<14%) garantem a estabilidade microbiológica devido à baixa atividade de água, de modo que o valor de umidade encontrado neste estudo pode ser considerado adequado quando comparado com os parâmetros estabelecidos para fécula de mandioca. O mesmo foi observado em relação ao teor de

cinzas, em que o valor encontrado se apresentou dentro do parâmetro estabelecido pela legislação (< 0,75%) (BRASIL, 2005).

Tabela 1 - Rendimento e caracterização química do amido de bananas da terra verde (*Musa paradisiaca* L., em base seca).

Parâmetros	Amido Nativo
Rendimento (%)	19,4
pH	8,26±0,10
Umidade (%)	11,48±0,0
Cinzas (g/100g)	0,06±0,01
Proteínas (g/100g)	0,06±0,01
Lipídeos (g/100g)	<0,1
Amido Total (g/100g)	90,11±6,97
Amilose aparente (g/100g)	53,70±1,05

Fonte: Dos autores, 2019.

O valor baixo de proteínas encontrados também é uma vantagem, visto que a presença de proteínas em valores mais elevados interfere negativamente na gelatinização do amido, formando uma camada sobre a superfície do grânulo, impedido a liberação das moléculas de amilose e amilopectina, além de reduzir a interação do grânulo com a água devido à sua natureza hidrofílica, diminuindo o seu entumescimento e elevando a temperatura de gelatinização. A quantidade de lipídeos não foi significativa, fator importante, pois, complexos de amilose-lipídeo restringem o inchamento e a solubilização do amido.

O teor de amido total está adequado, segundo a Instrução Normativa Nº 23, de 14 de dezembro de 2005, sendo superior a 80 % (BRASIL, 2005). O teor de amilose está relacionado com a capacidade de formação de gel e com a força deste, após a gelatinização do grânulo de amido. Pode-se considerar o amido banana-da-terra verde é rico em amilose.

A partir dos dados experimentais foram elaborados ajustes estatísticos com a finalidade de gerar modelos matemáticos com capacidade de prever o comportamento das variáveis respostas: amilose aparente (A_{Ap}), índice de absorção de água (IAA), poder de inchamento (PI) e índice de solubilidade (IS), dos amidos modificados pelo processo de reticulação em função da concentração do agente reticulante (STMP). Na sequência, foram realizadas análises de regressão, sendo necessária a eliminação dos termos não significativos para cada variável resposta e reavaliação dos novos

modelos obtidos e, mesmo o R^2 sendo baixo para alguns parâmetros avaliados, a falta de ajuste (*Faj*) foi não significativa, evienciando que aquilo que o modelo não consegue explicar não é relevante. As Equações de 1 a 4 representam os modelos matemáticos que descrevem o comportamento das variáveis em função da concentração de STMP.

$$A_{Ap} (\%) = 53,87 - 11,37conc + 3,14Conc^2 \quad (R^2= 0,98; Faj= Significativo) \quad [Eq. 1]$$

$$IAA \left(\frac{g}{g}\right) = 1,81 + 0,007Conc + 0,02Conc^2 \quad (R^2= 0,99; Faj = Significativo) \quad [Eq. 2]$$

$$PI \left(\frac{g}{g}\right) = 13,15 - 1,16Conc \quad (R^2= 0,78; Faj= Não Significativo) \quad [Eq. 3]$$

$$IS (\%) = 9,47 - 4,82conc + 1,58 Conc^2 \quad (R^2= 0,82; Faj= Não Significativo) \quad [Eq. 4]$$

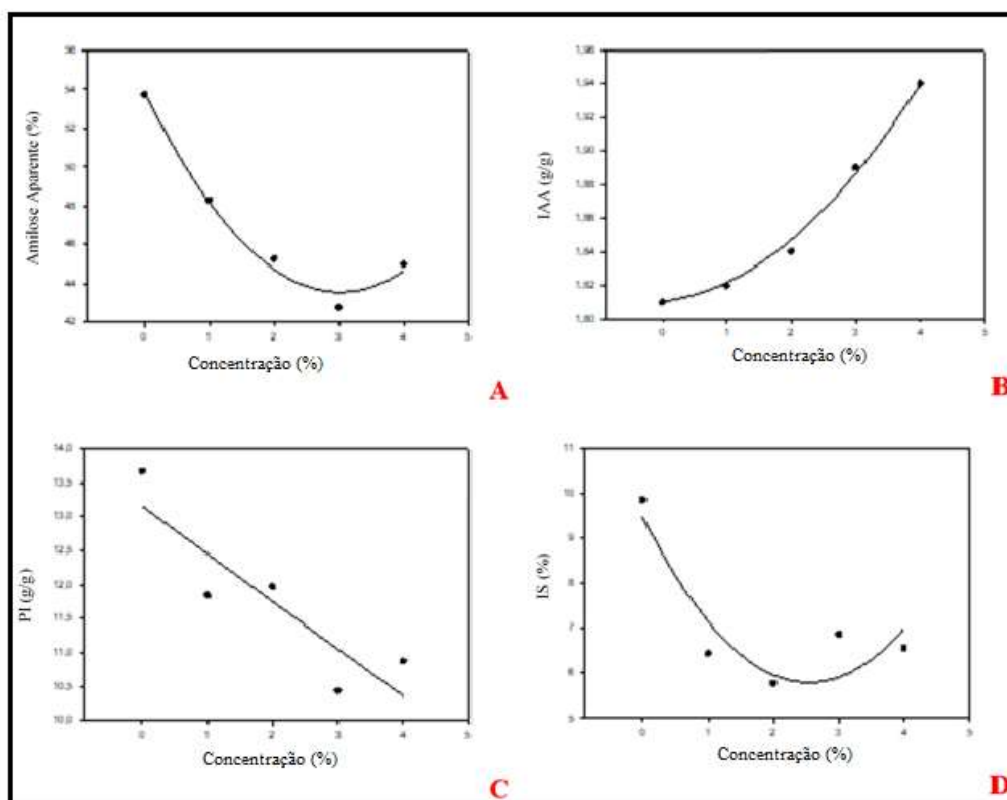
A partir dos modelos obtidos, foram gerados gráficos (Figura 1) que descrevem o comportamento das propriedades tecnológicas dos amidos reticulados com o objetivo de melhor entendimento dos resultados experimentais e dados estatísticos.

Ao observar a Figura 1A pode-se verificar um ponto de mínimo para a variável amilose aparente, na amostra onde se utilizou uma concentração de 3% de STMP, elevando-se quando utilizados 4% do agente reticulante. O STMP utilizado na reticulação promove a união de moléculas de amilose formando cadeias maiores, comparáveis a amilopectina, pois provavelmente a ligação cruzada é realizada na região amorfa, promovendo assim, a diminuição do teor de amilose aparente, sendo esta diminuição devido a um nível mais elevado de amilose reticulada para amilopectina, ao passo que, quando utilizados 4% de STMP, há uma diminuição destas ligações, possivelmente pela saturação desta reação.

As propriedades de IAA, PI e IS, são influenciadas pela modificação realizada na estrutura do grânulo de amido, através do processo de reticulação por STMP, promovendo modificação discreta na estrutura dos grânulos de amido, aumentando o caráter hidrofílico do amido reticulado, evidenciado pelo aumento progressivo do IAA em relação a concentração do agente reticulante STMP (Figura 1B). Isso se deve ao fato de que a adição de novos grupos funcionais hidrofílicos no grânulo do amido leva a um aumento das ligações de hidrogênio entre as moléculas de água e os constituintes do amido (amilose e amilopectina), que por sua vez resulta na penetração de água nos grânulos aumentando o IAA. No amido reticulado com STMP, o número de grupos de fosfato incorporados se torna elevado e estes são introduzidos no interior do grânulo, fazendo com que os grânulos de amido se tornem mais unidos, reduzindo a mobilidade molecular. Este comportamento pode interferir nos fatores de PI e IS (Figuras 1C e 1D, respectivamente) e são determinados em temperaturas elevadas,

promovendo a quebra de ligações de hidrogênio, levando ao intumescimento dos grãos e consequentemente ao aumento da solubilidade do amido (MENDES *et al.*, 2012).

Figura 1 - Gráficos com valores experimentais (●) e dados estatísticos (—) para: (A) teor de amilose aparente, (B) índice de absorção de água (IAA), (C) poder de inchamento (PI), (D) índice de solubilidade (IS), dos amidos reticulados em função da concentração de agente reticulante (STMP), obtidos a partir dos modelos ajustados.



Fonte: Dos autores, 2019.

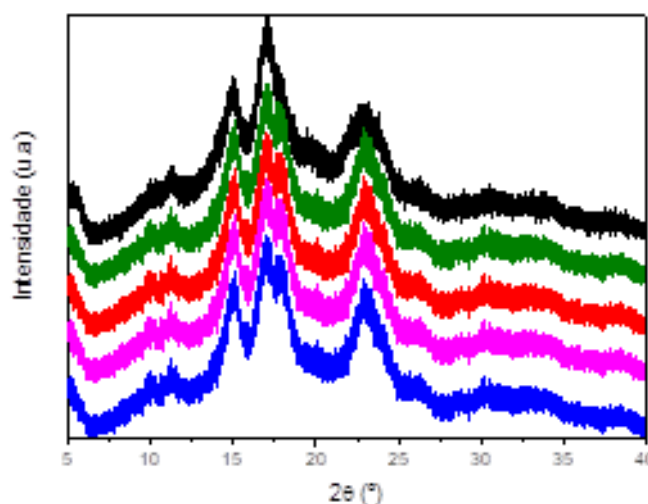
O conteúdo dos grupos carboxila e carbonila são indicadores do nível da reticulação do amido promovida pelo STMP. Quando avaliados os grupos carbonila, as menores concentrações de STMP levaram a menores valores, sendo a quantidade de grupos carbonila inversamente proporcional à concentração do agente reticulante utilizada. Quando avaliados os grupos carboxila, as menores concentrações de STMP levaram a menores valores, próximos ao valor encontrado para o amido nativo e, quando utilizada a maior concentração (4%), assim como apresentado para outros parâmetros avaliados no presente estudo, observa-se queda, evidenciando um limite de reagente para que se promova modificação na estrutura do grânulo. A Equação 5 representa o modelo matemático que descreve o comportamento da variável grupo carboxila em função da concentração de STMP,

empregado na modificação química, não sendo observados fatores significativos para a variável grupo carbonila.

$$\text{Carbox}(\%) = 0,0009 - 0,0008\text{Conc} + 0,0002\text{Conc}^2 \quad (R^2 = 0,60; \text{Faj} = \text{n\~{o} significativo})[\text{Eq. 5}]$$

Com a análise de Difração de Raios X (DRX) (Figura 2), é possível evidenciar e definir os tipos de arranjos segundo a posição dos picos de difração. No difratograma do amido nativo de banana-da-terra verde, pode-se observar picos bem definidos em 2θ iguais a 11° , 15° , 17° , 20° , 23° e 26° . A presença de picos mais intensos nestas regiões, caracteriza amidos de padrão cristalino dos tipos A e B. Nos padrões de difração de Raios-X dos amidos de banana-da-terra verde modificados quimicamente, quando comparados ao amido nativo, observa-se apenas um deslocamento do pico em 17° , o que pode ser decorrente do processo de reticulação, devido ao aquecimento da amostra, não sendo observadas diferenças entre os padrões de difração entre as amostras dos amidos quimicamente modificados em diferentes concentrações de STMP, portanto, sem alteração no grau de cristalinidade dos amidos reticulados. A manutenção dos padrões de difração de Raios-X, observada no amido reticulado é devido às ligações cruzadas de fosfato serem predominantemente concentradas nas regiões amorfas de grânulos de amido, não alterando a região cristalina.

Figura 2 - Padrão de difração de Raio X e cristalinidade relativa de amidos nativo (—) e modificados por reticulação com STMP nas concentrações 1% (—), 2% (—), 3% (—), 4% (—).



Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusão

O amido de banana da terra verde nativo apresentou características adequadas ao que é preconizado pela legislação e desejáveis nos processos industriais, como baixos teores de proteínas e lipídios e quantidade elevada de amilose aparente. Na modificação química por reticulação, foi observada uma relação inversamente proporcional entre a concentração de STMP e a inserção dos grupos carboxila e carbonila. Foi observada uma redução no teor de amilose aparente, no poder de inchamento e no índice de solubilidade, e houve um aumento discreto no índice de absorção de água em relação ao amido nativo. Não foram observadas modificações significativas nos padrões de DRX.

Referências

- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 18 ed. Washington: AOAC, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 23, de 14 de Dezembro de 2005**, D.O.U., 15 de dezembro de 2005.
- CHATTOPADHYAY, S.; SINGHAL, R. S.; KULKARNI, P. R. Optimization of conditions of synthesis of oxidized starch from corn and amaranth for use in film-forming applications. **Carbohydrate Polymers**, v. 34, p. 203–212, 1997.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010.
- KAITARANTA, J. K.; LAMPPU, R.; LINKO, R. R. Amino acid content of Baltic herring and rainbow trout roe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 28, n. 5, p. 908–911, 1980.
- KITTIPONGPATANA, N., KITTIPONGPATANA, O. Preparation and physicochemical properties of modified jackfruit starches. **Food Science and Technology**, v. 44, n. 8, p. 1766-1773, 2011.
- MARTINEZ, C.; CUEVAS, F. Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz. **Guia de estudo**, CIAT, 1989.
- MENDES, M. L. M.; BORA, P. S.; RIBEIRO, A. P. L. Propriedades morfológicas e funcionais e outras características da pasta do amido nativo e oxidado da amêndoa do caroço de manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71; n. 1, p. 76-84, 2012.
- MOORTHY, S, N. Extraction of starches from tuber crops using ammonia. **Carbohydrate Polymers**, v. 16, p. 391-398, 1991.
- PINGYI, Z.; WHISTLER, R. L.; BEMILLER J. N.; AMAKERB. R. H. Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility - a review. **Carbohydrate Polymers**, v. 59, p. 443–458, 2005.
- SCHOCH, T. J. Swelling power and solubility of granular starches. In: WHISTLER, R.L. **Methods in Carbohydrate Chemistry**; Starch. New York: Academic Press, v. 4, p. 106-109, 1964.

Capítulo 11

Substituição parcial de farinha de trigo por farinha de milho biofortificado germinado na produção de pães de forma: efeitos na cor, volume e perfil de textura

Larissa Mirelle Mendes Magalhães¹; Marinna Fabiane Lourenço Ferreira²; Jéssica Aparecida Ribeiro²; Washington Azevêdo da Silva³; Maria Cristina Dias Paes⁴; Felipe Machado Trombete*³;

Resumo

Estudos publicados nos últimos anos têm demonstrado uma tendência dos consumidores de diferentes países pelo consumo de cereais germinados, processo no qual os grãos são hidratados e permanecem em repouso para que ocorra naturalmente o desenvolvimento do embrião, tendo como consequência diversas modificações químicas e nutricionais. No entanto, poucos estudos têm sido realizados no Brasil sobre esse tema. Essa pesquisa objetivou produzir farinha integral de milho germinado e não germinado, utilizando como matéria-prima o milho biofortificado BRS 4104, cereal com elevados teores de carotenoides e avaliar o efeito da adição da farinha sobre a cor, volume específico e perfil de textura de pães. Foram desenvolvidos pães com substituição de 15% e 30% de farinha de trigo por farinha de milho integral germinado e não germinado. A adição de farinha de milho biofortificado aumentou a intensidade da cor amarela (b+) em todas as formulações e as elaboradas com substituição de até 15% não acarretam mudanças negativas no volume e textura dos pães, podendo ser utilizadas na produção dos pães de forma. Substituições de 30% não são viáveis do ponto de vista tecnológico por causarem redução de cerca de 20% do volume específico, apresentando menor coesividade e maiores valores de firmeza, gomosidade e mastigabilidade.

Palavras-chave: Análises físicas. Biofortificação. Grãos germinados. Panificação. Tecnologia de Cereais.

¹Discente do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Biosistemas, UFSJ *Campus* Sete Lagoas;

²Discente do Curso de Engenharia de Alimentos, UFSJ *Campus* Sete Lagoas;

³Professores do Departamento de Engenharia de Alimentos, UFSJ *Campus* Sete Lagoas;

⁴Coordenadora do Laboratório de Qualidade de Grãos, Embrapa Milho e Sorgo;

*Autor para correspondência: trombete@ufsj.edu.br

Introdução

A germinação de grãos é uma prática doméstica comumente realizada em países da África e Ásia. Em geral, esse processo consiste nas etapas de imersão dos grãos em água, germinação e secagem, tendo como objetivo promover mudanças químicas através do aumento da atividade enzimática das fitases, glicosidases, amilases e proteases (DIAS-MARTINS *et al.*, 2018). Durante esse processo as enzimas endógenas são ativadas ocorrendo a hidrólise de proteínas, carboidratos complexos e lipídios, em compostos mais simples, como aminoácidos, açúcares e ácidos graxos livres, respectivamente. Novos constituintes celulares e fitoquímicos são sintetizados, muitos desses com potencial antioxidante, tais como os compostos fenólicos (FINNIE; BROVELLI; NELSON, 2019).

No setor alimentício, a maioria dos lançamentos de produtos contendo grãos germinados ocorreu na Europa e na América do Norte, principalmente na forma de produtos da panificação e snacks. Na região da Ásia-Pacífico destaca-se o surgimento de produtos líquidos prontos para consumo, elaborados principalmente com quinoa, aveia e trigo germinado (BENINCASA *et al.*, 2019). No Brasil, Sant'ana (2018) avaliou as características do feijão-caupi biofortificado germinado, constatando que a germinação aumentou a biodisponibilidade e bioacessibilidade de ferro nesse alimento. Espera-se que, nos próximos anos, mais pesquisas objetivando estudar os efeitos nutricionais, tecnológicos e sensoriais sejam realizados no país.

Por outro lado, no setor industrial, algumas empresas lançaram em 2018 e 2019 produtos contendo grãos germinados, especialmente cereais. Comparando com países da Europa e América do Norte, percebe-se ainda uma quantidade muito limitada de produtos com ingredientes germinados disponíveis no mercado brasileiro, no entanto, verifica-se uma tendência cada vez maior pelo desenvolvimento de tais produtos, principalmente devido a demanda dos consumidores.

A inclusão de farinhas de cereais sem glúten, assim como a farinha de milho em produtos da panificação pode ser uma alternativa interessante na substituição parcial da farinha de trigo, enriquecendo-os nutricionalmente, além de contribuir com uma maior diversificação dos produtos tradicionais. A variedade de milho BRS 4104 foi desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo e possui maiores concentrações de carotenoides precursores da vitamina A nos grãos, em concentrações cerca de 3 vezes maior do que no milho convencional utilizado pela indústria de alimentos (PEREIRA FILHO, 2014).

A produção de farinha integral a partir desses grãos germinados, utilizando além do endosperma o farelo e gérmen, permitirá a obtenção de um produto com maiores teores de fibras e

com diferentes características sensoriais. No entanto, deve ser avaliado se tais modificações na formulação dos produtos acarretam alterações negativas na qualidade dos produtos.

Nesse sentido, a análise do perfil de textura instrumental (TPA - *Texture Profile Analysis*) tem sido amplamente utilizada na área de panificação para avaliar atributos de qualidade que interferem diretamente na aceitação dos alimentos. Através da TPA pode-se obter resultados rápidos sobre a firmeza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade, dentre outras propriedades, tornando-a muito interessante para caracterização de novos produtos alimentícios (WEE *et al.* 2018).

O objetivo do presente estudo foi produzir farinhas integrais de milho biofortificado germinado e avaliar os efeitos da substituição parcial de farinha de trigo no perfil de textura, volume específico e cor de pães de forma.

Material e métodos

Os grãos de milho BRS 4104 utilizados para produção da farinha integral foram produzidos pela Embrapa Milho e Sorgo, tendo sido inicialmente realizada análise de umidade através de determinador automatizado por infravermelho (OHAUS MB23). O beneficiamento para remoção de matérias-estranhas e impurezas ocorreu manualmente, com auxílio de tamisação em peneiras com diferentes aberturas para remoção de terra e partículas sólidas, aplicação de jatos de ar para remoção de palhas e passagem de imã para remoção de possíveis partículas metálicas, obtendo-se então um produto apto para moagem ou germinação.

Os grãos foram então germinados, sendo inicialmente sanificados com solução 1% NaClO, seguido de três enxágues com água de torneira e hidratação por 12 h em água mineral. Após esse período, a água foi removida e os grãos armazenados em ambiente escuro por 36 h até o desenvolvimento da radícula. Os grãos germinados foram então desidratados em forno elétrico Gpaniz FTG150 a 45 °C por 24 h. Após desidratação foram moídos em moinho de facas (MA680, Marconi), utilizando malha de 2000 µm para padronização da granulometria.

Foram produzidos pães de forma com substituição de 15% e 30% de farinha de farinha de trigo por farinha integral de milho germinado (FMG15% e FMG30%) e com substituição parcial por farinha de milho integral não germinado (FM15% e FM30%) e também uma formulação controle (FC), sem adição de qualquer tipo de farinha de milho. A formulação controle utilizada é descrita a seguir, sendo a farinha de trigo considerada 100% (500 g) e os demais ingredientes expressos em relação a ela, sendo: água mineral gelada (75%), amido de milho (7,5%), margarina (5%), açúcar

crystal (3%), leite em pó (3%), sal refinado (2%), fermento biológico desidratado (2%), melhorador de farinha (1%) e emulsificante (1,5%).

Para a produção dos pães, inicialmente, foi realizada a ativação do fermento através da formação de uma pasta aquosa composta pelo fermento, açúcar e parte da farinha de trigo, a qual ficou em repouso em câmara de fermentação a 33 °C por 20 min. Após, os demais ingredientes foram adicionados e a massa desenvolvida. Em seguida, as massas foram modeladas e tiveram a segunda fermentação dentro das formas a 33°C por aproximadamente 30 min. O forneamento ocorreu em forno elétrico a 160 °C por 30 min, sendo então retiradas as tampas e mantido a 180 °C por mais 10 min, totalizando 45 min de forneamento. Os pães desenformados foram resfriados a temperatura ambiente sobre grades metálicas, sendo posteriormente embalados em plástico de polietileno transparente.

Para a determinação do volume específico foi utilizado o método de deslocamento de sementes de painço (AACCI 10-05.01), através da pesagem dos pães e avaliação do volume, sendo os resultados expressos em cm^3/g . A cor foi determinada utilizando o colorímetro Konica Minolta CR400, com sistema CIELAB, na escala $L^*a^*b^*$, com 10 leituras para cada produto.

O perfil de textura dos pães foi avaliado em texturômetro instrumental (TA.XT plus, Stable Micro Systems), utilizando probe cilíndrica de 30 mm de diâmetro (Figura 01), com duas compressões seguidas na amostra composta por duas fatias de 2,5 cm de espessura sobrepostas, obtendo-se valores para os parâmetros firmeza, coesividade, gomosidade e mastigabilidade. Todos os resultados obtidos foram avaliados por estatística descritiva e ANOVA, utilizando o software Sisvar 5.6 DEX/UFLA.

Figura 01– Fotografia dos pães elaborados e avaliação do perfil de textura em texturômetro instrumental



Fonte: Dos autores, 2019.

Resultados e discussão

O grão de milho é considerado uma fonte de carotenoides, sendo os principais encontrados nos amiloplastos do endosperma do grão de milho, classificados como xantofilas e carotenos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). Com o intuito de preservar a maior parte dos carotenoides presentes nos grãos, optou-se pelo uso da farinha não fracionada, uma vez que ao retirar a fração mais grosseira, conhecida como gritz de milho, também seria retirada a maior parte dos carotenoides.

A cor é um atributo de grande importância na aceitação dos produtos pelos consumidores (SILVA *et al.*, 2009) e pela avaliação no colorímetro pôde-se verificar que a adição de farinha integral de milho, tanto a produzida com grãos germinados quanto a produzida com os grãos não germinados, causou modificações principalmente nos parâmetros de luminosidade (L^*) e b^+ (intensidade do amarelo), conforme demonstrado na Tabela 01. Observa-se que a adição das farinhas de milho promoveu aumento ($p < 0,05$) na intensidade da cor amarela em todas as formulações quando comparado ao controle e, os maiores valores foram obtidos para as amostras adicionadas de 30% de FM, certamente pelo aumento na concentração dos carotenoides.

Tabela 1 – Médias \pm desvio padrão dos resultados obtidos nas análises físicas de controle de qualidade dos pães de forma elaborados com farinha integral de milho e farinha integral de milho germinado

Parâmetros avaliados	AMOSTRAS					
	PFC	PFM15	PFMG15	PFM30	PFM30G	
L^*	65,6 \pm 1,6 ^a	64,0 \pm 2,2 ^a	59,7 \pm 1,3 ^b	60,87 \pm 2,2 ^b	57,9 \pm 1,7 ^b	
Cor	a^*	-0,19 \pm 0,19 ^{ab}	-1,25 \pm 0,16 ^a	-0,81 \pm 0,16 ^b	-0,17 \pm 0,30 ^a	-0,01 \pm 0,27 ^a
	b^*	14,1 \pm 0,6 ^d	18,8 \pm 0,6 ^c	18,5 \pm 0,4 ^c	23,7 \pm 0,3 ^a	22,7 \pm 0,7 ^b
Volume específico (cm ³ /g)	3,32 \pm 0,1 ^a	3,11 \pm 0,09 ^a	3,10 \pm 0,13 ^a	2,81 \pm 0,04 ^b	2,55 \pm 0,10 ^b	

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: PFC: Pão de forma Controle. PFM15: Pão de forma com substituição de 15% por farinha de milho. PFMG15: Pão de forma com substituição de 15% por farinha de milho germinado. PFM30: Pão de forma com substituição de 30% por farinha de milho. PFM30G: Pão de forma com substituição de 30% por farinha de milho germinado.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparação entre tratamentos) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Já em relação ao volume dos pães, verificou-se que, a adição de até 15% de farinha integral de milho, germinado ou não, não acarreta diferença significativa ($p > 0,05$) do controle. Adições de 30% já prejudicam o volume dos pães, com redução de cerca de 20% no volume. É importante

ressaltar que, quanto maior o volume específico dos pães de forma, maior é a sua aceitação pelos consumidores, estando relacionado com produtos mais leves e macios (ROSELL, 2019). Substituições de farinha de trigo por farinhas sem glúten podem enfraquecer a rede de glúten, com alterações na tenacidade e na extensibilidade da massa, prejudicando na retenção dos gases da fermentação em consequentemente, ocasionando um menor volume dos pães (ŠVEC; HRUŠKOV,2010).

Na análise do perfil de textura (Tabela 02) da amostra controle e das substituídas por 30% de farinha de milho (FMG30% e FM30%) foi possível verificar que a adição de farinhas integrais de milho tornou os pães menos macio ($p < 0,05$). A coesividade quantifica a resistência da estrutura interna do alimento, representando a capacidade do material em manter seu estado original até atingir o momento em que se desagregue (BOURNE, 2002). Verificou-se uma pequena diminuição ($p < 0,05$) na coesividade das amostras FMG30% e FM30% em comparação a amostra controle, demonstrando que a adição dessas torna os pães mais propensos à desintegração.

Tabela 02– Médias dos resultados \pm desvio padrão obtidas nas análises de textura instrumental de pães de forma controle (F de forma elaborados com farinha integral de milho (FM) e farinha integral de milho germinado (FMG)

Parâmetro	Amostras		
	PFC	PFM30	PFM30G
Firmeza (g)	480,7 \pm 35,5 ^b	816,7 \pm 15,6 ^a	698,9 \pm 82,4 ^a
Coesividade	0,69 \pm 0,04 ^a	0,62 \pm 0,06 ^b	0,53 \pm 0,03 ^b
Gomosidade	331,6 \pm 12,9 ^b	466,3 \pm 22,1 ^a	426,0 \pm 24,8 ^a
Mastigabilidade	178,0 \pm 11,9 ^c	407,12 \pm 27,6 ^a	305,1 \pm 18,1 ^b

Fonte: Dos autores,2019.

Legenda: PFC: Pão de forma Controle. PFM30: Pão de forma com substituição de 30% por farinha de milho. PFM30G: Pão de forma com substituição de 30% por farinha de milho germinado.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparação entre tratamentos) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva *et al.* (2009) ao utilizarem farinha de “okara” no desenvolvimento de pão de forma. Estes autores verificaram o aumento da dureza e diminuição da coesividade com elevação da quantidade de farinha de okara, relacionando o aumento da dureza com o maior valor da densidade do miolo e à redução do volume dos pães.

A gomosidade é um parâmetro determinado pela firmeza multiplicada pela coesividade e equivale a força necessária para desintegrar um alimento durante a mastigação até o ponto de

deglutição, enquanto a mastigabilidade determina o tempo necessário para atingir tal consistência necessária para a engolir o alimento. Verificou-se que tanto a gomosidade quanto a mastigabilidade aumentam ($p < 0,05$) com a substituição da farinha de trigo por farinha integral de milho germinado e não germinado, indicando que os produtos precisam ser mastigados por mais vezes e por mais tempo que o pão controle, o que característico de produtos adicionados de fibras e integrais (TROMBETE *et al.*, 2019).

Conclusão

As formulação de pães de forma com substituição de até 15% de farinha de trigo por farinha integral de milho não acarretou em mudanças negativas no volume dos pães, já substituições de 30% não foram consideradas viáveis do ponto de vista tecnológico por alterar de forma negativa o volume e textura dos pães. Quando comparado o uso da farinha integral produzida com grãos germinados e com grãos não germinados não foram observadas alterações relevantes nos parâmetros avaliados, indicando que ambas podem ser utilizadas na produção dos pães de forma. Mais estudos são necessários para avaliar a aceitação dos consumidores pelos produtos elaborados com grãos de milho germinado, bem como, estudar as alterações nutricionais que tal processo promove nos grãos.

Referências

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 11th ed. St. Paul, Minnesota, 1995
- BENINCASA, P.; GALIENI, A.; MANETTA, A. C. *et al.* Phenolic compounds in grains, sprouts and wheatgrass of hulled and non-hulled wheat species. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n.9, p.1795-803, 2014.
- BOURNE, M. **Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement**. Academic Press: New York. 2002.
- DIAS-MARTINS, A.M., PESSANHA, K.L.F., PACHECO, S. *et al.* Potential use of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) in Brazil: Food security, processing, health benefits and nutritional products. **Food Research International**, v.109, p.175-186, 2019.
- FINNIE, S.; BROVELLI, V.; NELSON, D. **Sprouted grains as a food ingredient**. p. 113-142. In.: *Sprouted Grains: Nutritional Value, Production and Applications*. Woodhead Publishing and AACC International Press. 2019. 344 p.
- PEREIRA FILHO, A. **Biofortificação - O milho BRS 4104**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 40 p.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, DC: International Life Sciences Institute, 2001. 64p.
- ROSELL, C. M. **Trends in Science of Doughs and Bread Quality**. In. *Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention*, 333–343, 2019.

- SANT'ANA, C. T. **Características físico-químicas, bioacessibilidade e biodisponibilidade de ferro do feijão-caupi biofortificado germinado**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. 67 p
- SILVA, L. H.; MENACHO, L. M. P. *et al.* Desenvolvimento de pão de fôrma com a adição de farinha de “okara”. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12, n. 4, p. 315-322,2009.
- ŠVEC, I.; HRUKOV, M. Evaluation of wheat bread features. **Journal of Food Engineering**, v. 9 , n.4, p.505-510,2010.
- TROMBETE, F. M.; ASSIS, I. C. L.; BARBOSA, N. *et al.* **Efeitos da adição de fibras de psyllium no perfil de textura instrumental e na aceitação sensorial de bolo de arroz sem glúten**. In: IV JEA - Jornada Regional Sudeste de Engenharia de Alimentos, Diamantina: UFVJM, 2019.
- WEE, M.S.M.; GOH, A. T.; STIEGER, M.; FORDE, C. G. Correlation of instrumental texture properties from textural profile analysis (TPA) with eating behaviours and macronutrient composition for a wide range of solid foods. **Food and Function**, v.10, p.5301:5312, 2018.

Capítulo 12

Análise de *layout* de uma queijaria artesanal localizada no município do Serro-MG

Drielly Coelho Marcondes *¹; Ivy Maggessi Maia ²

Resumo

O presente estudo objetivou analisar o *layout* de uma queijaria artesanal, a fim de propor melhorias no seu arranjo físico por meio de um novo *layout*. Para caracterização do contexto atual, foram levantados os dados das medidas construtivas para confecção do *layout* atual. Foi elaborado um fluxograma de produção do Queijo Minas Artesanal, a fim de facilitar a compreensão acerca do fluxograma de produção do queijo artesanal. Aplicou-se um *checklist* para identificar as principais conformidades (C) e não conformidades (NC) no *layout* atual da queijaria para assim identificar as principais incoerências e propor um novo *layout*. As principais NC encontradas correspondem à realização de todos os processos de fabricação realizados numa mesma área, e a inexistência de área de higienização e vestiário para o colaborador, implicando em contaminação cruzada. Outras NC encontradas dizem respeito ao acabamento dos materiais de construção e a existência de cantos vivos em materiais, proporcionando locais com potencial para acúmulo de sujeiras e difícil higienização e sanitização. A proposta de *layout* sugerido contou com a correção de todas as incoerências observadas.

Palavras-chave: Arranjo físico, *checklist*, fluxograma, planta-baixa, otimização de espaço.

Introdução

As práticas de fabricação nas queijarias artesanais, assim como nas indústrias de laticínio, devem seguir um fluxo de produção que melhor se adeque ao local de fabricação dos queijos. Desta forma, as queijarias contribuem para a economia da região, pois estão presentes em diversos municípios, gerando empregos e diversificando a economia (GOÉS *et al.*, 2011). Na elaboração de um *layout* de uma unidade de produção de queijos artesanais, deve ser levada em conta a presença de espaços suficientes para atender de maneira adequada todos os processos. O *layout* deve favorecer a

¹Mestranda, Programa de Pós-graduação em Zootecnia – DZO, UFVJM

²Mestranda, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – ICT, UFVJM

realização de todas as atividades de limpeza e permitir a devida inspeção quanto à garantia higiênico-sanitária dos alimentos.

O Queijo Minas Artesanal do Serro é produzido em unidades de produção denominadas queijarias artesanais, cujo *layout* deve ser constituído pela área de fabricação, área de maturação, área de embalagem e expedição, vestiário e área restrita com um lavatório para as mãos e botas. A disposição e estrutura dessas áreas seguem um conjunto de normas solicitadas pela Portaria Nº 518 de 14 de junho de 2002 que norteiam os requerimentos legislativos básicos para as instalações das queijarias artesanais em Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2002a). A contemplação dos requisitos legislativos para instalações das queijarias é um dos principais obstáculos para o produtor rural em processo de certificação, uma vez que, em sua grande maioria as queijarias são construídas de modo empírico, quando não são alocadas em estruturas adaptadas que não foram construídas para esse fim. Aproximadamente mil produtores habitam na microrregião do Serro, destes apenas 97 tem queijarias com estruturas apropriadas para operação, as demais operam em situação irregular, cuja as devidas condições estruturais de suas instalações são desconhecidas (MINAS GERAIS, 2018).

O presente trabalho, pretende analisar o fluxograma de uma queijaria localizada na cidade de Serro-MG, levando em consideração o arranjo físico existente, por meio do levantamento das principais incoerências, para então propor as correções através da proposta de um novo *layout*.

Material e métodos

O estudo foi conduzido em janeiro de 2017 a partir da análise preliminar dos dados do projeto intitulado “Proposta de um projeto arquitetônico de uma queijaria artesanal para a agricultura familiar na microrregião do Serro visando às boas práticas de produção” registrado na Pró-reitora de Extensão e Cultura – PROEXC da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM sob número de protocolo (Nº 033.2.033-2015).

A queijaria analisada encontrava-se em processo de certificação no Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), que permite os produtores comercializarem o queijo dentro do estado de Minas Gerais.

Realizou-se o levantamento de dados estruturais *in loco* por meio da obtenção de todas as medidas construtivas com o auxílio de uma trena métrica. Para melhor entendimento do contexto local e complementação dos dados estruturais, foi elaborado um inventário com fotos da queijaria. Por meio do levantamento de dados estruturais, confeccionou-se o *layout* atual da queijaria no *software* AutoCAD. Versão 2015 (Figura 1).

A fim de facilitar a compreensão acerca do fluxo de produção que é realizado nas queijarias artesanais certificadas, foi elaborado um fluxograma de produção do Queijo Minas Artesanal (QMA, que se dá na ordenha do leite até a embalagem e comercialização do queijo (Figura 2). O fluxograma foi baseado na observação do arranjo físico, nos processos realizados na queijaria, e no regulamento nº 14.185 sobre os processos de produção do QMA (MINAS GERAIS, 2002b).

Posteriormente foi elaborado um *checklist* com os principais requerimentos para adequação de uma queijaria, embasado na Portaria Nº 518 de 14 de junho de 2002 e no fluxograma elaborado. O *checklist* compreendia os itens, correspondentes aos artigos da legislação; as categorias, correspondentes ao agrupamento de itens que eram semelhantes; e as respostas, conforme (C) ou não conforme (NC), como pode ser observado na Tabela 1. Após, o *checklist* foi aplicado a fim de, identificar as principais coerências e erros no *layout* atual da queijaria.

Feita a análise do contexto atual do *layout* da queijaria seguiu-se para confecção de um novo modelo de *layout*, cuja proposta foi fundamentada na erradicação das incoerências encontradas no arranjo físico atual, por meio do atendimento dos requerimentos da legislação vigente, respeitando o fluxograma de produção do queijo artesanal (Figura 2).

Resultados e discussão

Análise do arranjo físico (*layout*) da queijaria

Pode-se observar abaixo o *layout* da queijaria na Figura 1, bem como os resultados do *checklist* aplicado na Tabela 1.

Figura 1. *Layout* da planta baixa atual da queijaria.



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: (1) Tanque de água; (2) Prateleira de maturação; (3) Mesa de fabricação; (4) Expedição; (5) Tanque de fabricação.

Tabela 1 - Resultado do *checklist* aplicado à queijaria

Nº	Item	Categorias	C	NC
01	Espaço suficiente para atender, de maneira adequada a todas as operações	Fluxo		X
02	Separação por áreas com fluxo de pessoas e alimentos definidos	Fluxo		X
03	Área de recepção de leite	Fluxo	X	
04	Área de maturação: uso de prateleiras de madeira, vidro ou outros materiais similares	Fluxo		X
05	Áreas de fabricação	Fluxo		X
06	Área de embalagem e expedição	Fluxo		X
07	Presença de vestiários afastados da queijaria	Fluxo	X	
08	Área de lavatório para mãos e botas	Fluxo		X
09	Vedada a abertura contígua de portas e janelas ligando a queijaria a sala de ordenha, curral ou vestiários	Fluxo		X
10	Recepção de leite por tubulação	Fluxo		X
11	Luz natural ou artificial. Não pode alterar as cores dos elementos. Caso artificial deve-se adotar protetores de lâmpadas	Conforto		X
12	Pé-direito com altura adequada. De preferência acima de 3 metros.	Conforto	X	
13	Ventilação adequada. A corrente de ar deve passar do local limpo para o sujo	Conforto	X	
14	Paredes de alvenaria com revestimento de tinta lavável ou azulejo, com altura de 2 m.	Acabamento		X
15	Instalações elétricas embutidas ou externas à instalação	Acabamento		X
16	Piso impermeável, antiderrapante e resistente.	Acabamento		X
17	Equipamentos e utensílios sem cantos vivos, frestas e poros.	Acabamento		X
18	Cobertura com laje, calhetão ou estrutura similar com revestimento de forro plástico. Proibido o uso de forro de madeira.	Acabamento		X
19	Distante de fontes produtoras de mau cheiro	Acesso	X	
20	Janelas e portas a prova de insetos e roedores, teladas e pintadas com tinta lavável.	Acabamento		X
21	A queijaria deve ser limitada	Acabamento		X
22	Tanques de fabricação em aço inox ou outro material aprovado pelo IMA	Materiais	X	
23	Tanque de água corrente conjugado à bancada	Materiais		X
24	Mesas de aço inox ou outro material aprovado pelo IMA	Materiais	X	

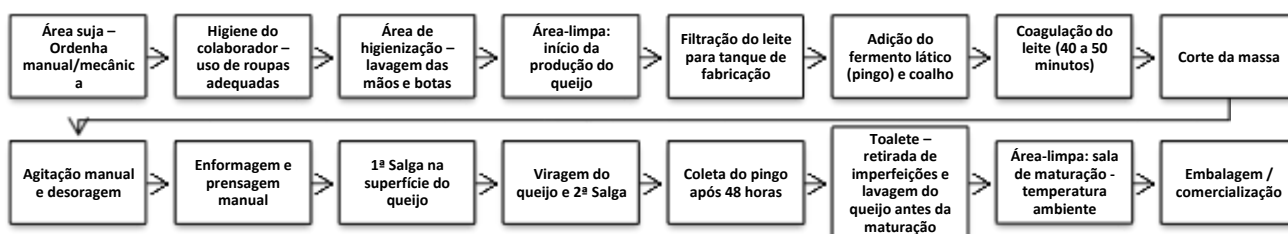
Fonte: Dos autores, 2016.

Fluxo de produção

O fluxo de pessoas e o de alimentos devem seguir uma sequência cronológica, de preferência linear, para minimizar a contaminação cruzada (BRAVO *et al.*, 2015).

A maioria das não conformidades da queijaria diz respeito aos itens que têm influência direta no fluxo de produção, dos quais não foram atendidos os seguintes itens na Tabela 1: 01, 02, 04, 05, 06, 08, 09 e 10. Pode-se observar na Figura 1, que os processos de recepção do leite, fabricação, maturação e embalagem do queijo, ocorrem no mesmo ambiente. Observou-se na queijaria, a inexistência de vestiário, e um local para lavagem das mãos e botas, próximo ao local. Outro ponto crítico, é a existência de uma abertura contínua para passagem do leite, representada por uma janela que liga a sala de ordenha a sala de fabricação (Figura 1). Tais incoerências comprometem a higienização do colaborador e a realização linear dos processos de produção, portanto, tem influência direta sobre o fluxo de produção, como pode ser observado no fluxograma de produção abaixo (Figura 2).

Figura 2 – Fluxograma da produção do Queijo Minas Artesanal do Serro, elaborado pelos autores do trabalho



Fonte: Dos autores, 2016

Conforto

Quanto a categoria conforto, a queijaria apresentou inconformidade apenas para o item 11, na qual a mesma não apresentava luz em quantidade suficiente para as atividades realizadas. A luz é essencial ao colaborador na identificação de perigos físicos (fragmentos, adornos, pelo) que podem ser encontrados no leite ou no queijo, assim, sem muito esforço o colaborador consegue identificar quando o leite ou o queijo estão com cores fora do padrão natural (AMARAL e OLIVEIRA, 2013).

A queijaria atendeu ao requisito do item 12, no qual a mesma apresentou uma altura de pé-direito adequada, de cerca de 3,10 m. Uma altura de pé-direito abaixo de 3,00 m dificulta os processos

de dissipação de calor, e com isso o ambiente tende a ficar mais hostil, e essa situação se agrava quando o dia apresenta uma alta umidade como ocorre no verão (RUPP *et al.*, 2019). Para o atendimento do item 13 que diz respeito a ventilação a queijaria apresenta janelas que permitem a circulação do ar.

Acabamento

Quanto à categoria acabamento, a queijaria não atendeu nenhum dos itens preconizados (14, 15, 16, 17 e 18), apresentando paredes e pisos sem revestimentos adequados, equipamento e utensílios com muitos cantos vivos, e a cobertura de telha cerâmica sem forro ou laje. Ambos os itens quando não atendidos, comprometem a limpeza e a higienização do ambiente, criando pontos críticos de acúmulo de sujeiras. Tal situação, predispõe o processamento à contaminação por perigos físicos e/ou microbiológicos como poeira e bactérias deterioradoras respectivamente (SOUSA *et al.*, 2014).

Acesso

Para categoria acesso, a queijaria não estava próxima a fontes produtoras de mau cheiro, como preconizado no item 19. Entretanto, sua entrada não é restrita (item 20), fato este, que permitia o acesso de pessoas estranhas e a entrada de animais, como pode ser observado na Figura 1. Outro ponto crítico, é que a queijaria não tem janelas e portas tratadas com tintas laváveis e teladas, prevenindo assim a entrada de insetos e pragas como preconizados no item 21. Os animais, pessoas estranhas, bem como os insetos e pragas são denominados vetores de contaminação, o que implica na contaminação direta dos alimentos (AMARAL e Oliveira, 2013).

Materiais

A queijaria, atendeu aos requisitos legislativos apresentados nos itens 22 e 24 apresentando tanques de polietileno e mesas de pedra ardósia, ambos os materiais aprovados pelo IMA. Entretanto o tanque de água não tinha bancada conjugada, fato que dificulta a realização das atividades dentro da queijaria. Ambos os itens são preconizados para garantia de uma limpeza e higienização adequada, evitando assim o acúmulo de sujeiras (BRAVO *et al.*, 2015). Abaixo pode-se observar a proposta de *layout*, Figura 3 com as intervenções necessárias para o atendimento da portaria 518 bem como o fluxo de produção na Figura 2.

Figura 3 – *Layout* da planta com as intervenções na queijaria.



Fonte: Dos autores, 2018.

Legenda: (1) canalização para entrada do leite na queijaria; (2) tanque de água conjugada a bancada; (3) mesa de fabricação e coleta do pingo; (4) prateleiras de maturação; (5) pia de lavagem para mãos; (6) tanque de lavagem de botas; (7) tanque de água conjugada a bancada para toailete, embalagem e expedição do queijo; (8) tanque de água para higienização do ordenhador; (9) banheiro.

O *layout* da planta baixa foi dimensionado a partir da produção de queijos da propriedade e sua melhor adequação às necessidades do produtor, porém sempre seguindo com os padrões que a legislação contempla. Nele consta todas as sugestões de alterações que podem ser graficamente demonstradas neste plano. Cada estudo de *layout* de queijaria requer uma avaliação e uma elaboração de uma proposta de *layout* diferente.

Na proposta de *layout* a sala de ordenha não sofreu muitas alterações, foram acrescentadas um tanque de água para higienização do ordenhador e uma canalização pela qual o leite adentra a sala de fabricação. Pode-se observar na área de fabricação, uma melhor distribuição do espaço para as mesas de fabricação, tanque de leite e pia com bancada conjugada. Na área de maturação compreendida por 8,0 m², observa-se as prateleiras de maturação, evitando o contato dos queijos recém produzidos com os que já estão em maturação. Adicionou-se uma área de embalagem e expedição com 4,0 m² com tanque de água conjugado a bancada.

A comunicação entre a área de maturação e de embalagem e expedição se dá por meio de uma porta. Já a sugestão para expedição, é sua realização por meio de um óculo, que pode ser observado na Figura 3. No *layout* sugerido, o óculo compreende a única comunicação da área de embalagem e expedição com a área de passeio, com 8,0 m², onde se acomodam as pessoas e /ou veículos para carga. No *layout* também consta, um lavatório, com 7,0 m², o qual permite aos colaboradores lavarem mãos e botas, antes de entrarem na fabricação. Observa-se ainda a presença do revestimento de piso cerâmico demonstrado nas devidas áreas requeridas pela legislação. Desta forma, este arranjo físico

proporciona um fluxo contínuo de alimentos e de pessoas e uma melhor divisão entre os ambientes, evitando assim, desconforto, contaminação cruzada, entrada de pessoas estranhas ou animais no local de produção.

A implantação de um sistema produtivo moderno e de acordo com a legislação, busca otimizar os espaços, adequando as etapas de produção e maturação, facilitando a locação de equipamentos, redução de percursos e informatização, preocupando-se com o conforto dos funcionários e animais, com a adequação à execução das tarefas, com a redução de contaminação cruzada, dos custos operacionais e de manutenção (GOÉS *et al.*,2011).

Conclusão

As principais não conformidades encontradas na avaliação da queijaria diz respeito à realização dos processos do fluxograma em um mesmo espaço e a ausência da área de higienização e vestiário para o colaborador, predispondo o alimento aos perigos da contaminação cruzada. Outro fato que não está em conformidade nesta unidade de produção é a ausência de revestimento no piso e a presença de cantos vivos, o que pode dificultar a higienização e a sanitização. Em contrapartida, a queijaria apresentava uma área com espaço para ampliação e para adoção dos ajustes sugeridos, facilitando a implantação do novo *layout*.

Agradecimentos

À Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, PROEXC.

Referências

- AMARAL, Rita; OLIVEIRA, Beatriz. Perigos Físicos: importância da sua identificação para o Sistema de Segurança Alimentar. **Revista Nutrícias**, n. 19, p. 10-12, 2013.
- Bravo, A. C., Guimarães, E., Ricci, G. A., Rocha, L. O., Silva, M. H., Melo, R. D. M., ... & Boari, C. A. Perigos físicos e químicos no leite cru e em queijos artesanais. **Boletim técnico. ISSN 2318-8596**. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina. Minas Gerais. 2015.
- GÓES, Bruno Carvalho; SILVA, Carlos Eduardo. Análise de layout do sistema produtivo de beneficiadora de leite: o caso dos empreendimentos do município de antas, Bahia. **Revista Gestão Industrial**, v. 7, n. 3, 2011.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Mineiro de Agropecuária e Abastecimento. **Produtores de Queijo Minas Artesanal**. Belo Horizonte, 11 de maio de 2018. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/material-curso-cfo-cfoc/doc_details/680-produtores-queijo-minas-artesanal-. Acesso em 18/06/2018.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria nº 518, de 14 de junho de 2002 - **Dispõe sobre requisitos básicos das instalações, materiais e equipamentos para a fabricação do Queijo Minas Artesanal**. Belo Horizonte, 14 de junho de 2002. 2002.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Mineiro de Agropecuária. Lei Nº 20549 de 18 de dezembro de 2012. **Dispõe sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais de Minas Gerais**. p. 1. Belo Horizonte, 18 de dezembro de 2012. 2012b. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=248559>. Acesso em 18/02/2015.

RUPP, Ricardo Forgiarini; GHISI, Enedir. Avaliação de modelos preditivos de conforto térmico em escritórios no clima subtropical brasileiro. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 2, p. 91-107, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212019000200310>. Acesso em: 21/06/2018.

SOUSA, A. Z. B., ABRANTES, M. R., SAKAMOTO, S. M., Silva, J. D., LIMA, P. D. O., Lima, R. D., ... & PASSOS, Y. D. B. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, 81(1), 30-35, 2014.

Capítulo 13

Desenvolvimento e caracterização de cápsulas de suco de uva tinto integral formadas por gelificação iônica

Kaiquy Duarte de Oliveira.^{*1}; Camila Gonçalves Rodrigues²; Juliana Cristina Sampaio Rigueira Ubaldo³; Washington Azevedo da Silva³; Cíntia Nanci Kobori³

Resumo

O suco de uva é apreciado pela população por apresentar características sensoriais agradáveis ao paladar e possui compostos com propriedades nutricionais e bioativas, como minerais, ácidos orgânicos e compostos fenólicos. A técnica de encapsulação por gelificação iônica surgiu como alternativa para preservação de compostos bioativos, aromas e sabores. O objetivo deste trabalho foi encapsular suco de uva integral utilizando o alginato de sódio (1,0 e 1,5%) em diferentes concentrações de cloreto de cálcio (2, 4 e 6%). Foram realizadas análises físico-químicas (pH, sólidos solúveis, viscosidade e cor) do suco de uva e das soluções preparadas antes da encapsulação. As cápsulas formadas foram avaliadas com relação à cor e textura. Para pH, sólidos solúveis e viscosidade, houve diferença significativa ($p < 0,05$) ao adicionar alginato de sódio ao suco de uva integral. As duas concentrações de alginato utilizadas foram adequadas para a encapsulação do suco de uva. Apesar da concentração de 1,5% de alginato ter resultado em cápsulas mais regulares e esféricas, a concentração de 1,0% pode ser mais viável ao emprego na indústria devido à menor viscosidade da solução. Porém, mais estudos devem ser realizados com a aplicação das cápsulas em produtos alimentícios e o estudo da estabilidade dos compostos de interesse.

Palavras-chave: Alginato de sódio. Corte de uvas americanas. Encapsulação. Gelificação interna.

Introdução

O encapsulamento pode ser definido como um processo para aprisionar uma substância em outra, produzindo partículas com diâmetros de poucos nanômetros a alguns milímetros (ZUIDAM;

¹ Aluno de Graduação, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João del-Rei

² Aluna de Doutorado, Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais.

³ Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João del-Rei.

SHIMONI, 2009). Dentre as técnicas de encapsulação utilizadas na indústria alimentícia, a gelificação iônica se destaca por ser uma técnica simples e branda que não requer o uso de altas temperaturas e nem de solventes orgânicos e permite encapsular compostos hidrofílicos ou hidrofóbicos (McCLEMENTS, 2005). O alginato quando utilizado como encapsulante forma um gel por gelificação iônica, a técnica consiste em extrudar o material encapsulante e o material de recheio em forma de gotas numa solução com íons (VIEIRA, 2014).

Nos últimos anos, o consumo de suco de uva integral no Brasil aumentou em relação ao concentrado, consequência de uma população em busca de uma vida mais saudável. Neste cenário, a comercialização de suco de uva vem se expandido pela alta demanda do mercado (MELLO, 2015). O suco de uva é bastante apreciado pela população por apresentar características sensoriais agradáveis ao paladar e ainda possui em sua constituição propriedades nutricionais e bioativas, como açúcares, minerais, ácidos orgânicos e compostos fenólicos. Entretanto, produtos formulados utilizando o suco integral de uva ainda são raros ou inexistentes.

O presente trabalho teve como objetivo encapsular o suco de uva integral utilizando como agente encapsulante o alginato de sódio e avaliar a influência de diferentes concentrações de alginato de sódio e cloreto de cálcio no processo de encapsulação e nas características das cápsulas obtidas.

Material e métodos

Foi utilizado o suco de uva tinto integral elaborado a partir de uvas americanas, obtido no comércio varejista da cidade de Sete Lagoas – Minas Gerais, como material de recheio de interesse. Para elaboração das cápsulas, utilizou-se o agente encapsulante Alginato de Sódio (Gastronomy Lab®) e Cloreto de Cálcio PA.

Foram preparadas duas formulações com concentrações de 1,0 e 1,5% (m/m) de alginato de sódio em 500 mL de suco de uva para cada concentração. O alginato de sódio foi dissolvido no suco de uva integral que estava previamente aquecido a 40°C para facilitar a dissolução. As soluções de cloreto de cálcio foram preparadas nas concentrações de 2, 4 e 6% (m/m) em 1 L de água destilada.

Para a formação das cápsulas, a solução de suco de uva com alginato de sódio (1,0 e 1,5% m/m) foi gotejada sobre as soluções de cloreto de cálcio sob agitação magnética lenta por 20 minutos utilizando um agitador Centauro-78HW-1, utilizando uma pipeta Pasteur. Foram gotejadas 30 mL da solução de suco de uva com alginato de sódio para cada concentração de cloreto de cálcio (2, 4 e 6% m/m). As cápsulas formadas foram retiradas da solução de cloreto de cálcio com auxílio de uma

peneira e lavadas com água destilada. Estas foram colocadas em placas de Petri e armazenadas em geladeira até a realização das análises.

Os teores de sólidos solúveis totais (SST) foram determinados colocando-se uma gota sobre o prisma de um refratômetro portátil Megabrix modelo RHB – ATC, e os resultados foram expressos em °Brix. A determinação do pH foi por potenciometria através da inserção do eletrodo do pHmêtro PHS-3E.

As soluções de suco de uva integral com o alginato de sódio foram caracterizadas com relação ao teor de sólidos solúveis totais, pH, viscosidade e cor antes do processo de encapsulação.

A viscosidade das soluções de suco de uva e do alginato de sódio nas concentrações de 1,0 e 1,5% foi determinada no Brookfield Viscometer modelo DV II+, utilizando o Spindle S62, variando a velocidade de rotação por minuto (RPM) e o torque, e os resultados foram expressos em cp.

A determinação do perfil de textura das cápsulas de suco de uva foi realizada através do analisador de textura TA-xT2i (STABLE MICRO SYSTEMS, Madrid-Espanha). Foram determinadas as texturas das cápsulas obtidas após a encapsulação, as cápsulas foram colocadas em béquer com cerca de 10 mL. A probe utilizada foi o A/BE – d35. Os parâmetros avaliados das cápsulas foram dureza/firmeza, elasticidade, coesão, viscosidade, mastigabilidade.

A determinação da cor instrumental das cápsulas de suco de uva foi realizada com um colorímetro portátil Minolta Chroma modelo CR-410 (KONICA MINOLTA), calibrado previamente, a análise foi realizada colocando-se as cápsulas em cubeta e os resultados expressos nos parâmetros da CIELab.

Todas as análises foram realizadas em triplicata e o experimento em três repetições. Os dados foram avaliados estatisticamente pela Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$), através do *software* PAST, versão 2.16 (PAleontological STatistics, 2012).

Resultados e discussão

Na Tabela 1, estão apresentados os dados da caracterização físico-química do suco de uva integral e das soluções do suco de uva com o alginato de sódio nas proporções de 1,0 e 1,5% (m/m) antes do processo de encapsulação.

O fabricante do suco de uva integral tinto utilizado declara utilizar uvas americanas (*Vitis labrusca* e *Vitis bourquina*), como Bordô, Concord e Isabel. Badalotti (2011) avaliando as características físico-químicas de sucos de uvas produzidos com estas variedades, reportou valores

de pH de 3,29 (Bordô) e de 3,23 (Concord), o que mostra um valor semelhante ao encontrado neste trabalho. As amostras diferiram significativamente ($p < 0,05$), na análise de pH, a amostra de suco de uva de integral apresentou um menor valor de pH, apresentando característica mais ácida quando comparado as amostras em que houve a adição do alginato de sódio.

Tabela 1 - Caracterização físico-química (pH, Sólidos Solúveis Totais (SST) e viscosidade) do suco de uva integral e das soluções de suco de uva com alginato de sódio a 1,0 e 1,5% antes do processo de encapsulação

Amostras	Parâmetros		
	pH	SST (°Brix)	Viscosidade (cp)
Suco de Uva	3,23 ± 0,04 ^a	8,90 ^a	NA
Suco de Uva + ALG (1,0%)	3,60 ± 0,07 ^b	10,00 ^b	4308 ^b
Suco de Uva + ALG (1,5%)	3,65 ± 0,08 ^b	11,00 ^c	50017 ^c

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ALG: Alginato de sódio; SST: Sólidos Solúveis Totais; NA: Não Analisado.

Nota: Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra na coluna (comparação entre as amostras) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O teor de sólidos solúveis totais é um importante parâmetro a ser avaliado em sucos, pois permite avaliar a qualidade dos mesmos, bem como define as características sensoriais do suco através de um perfil que avalia a quantidade de açúcares e ácidos presentes na fruta (MESQUITA, 2017). De acordo com a legislação brasileira, recomenda-se que os valores de sólidos solúveis totais em sucos de uva apresentem um valor mínimo de 14 °Brix e um valor máximo de 21°Brix (BRASIL, 2016). Sendo assim, observa-se que o teor de sólidos solúveis totais do suco de uva utilizado já não estava atendendo o padrão estabelecido pela legislação. Em amostras de sucos de uva tinto integral avaliadas por Robaskewicz, Dambrós e Santin *et. al* (2016), das seis marcas avaliadas, uma também apresentou o valor abaixo do recomendado (8,2 °Brix), com valor próximo ao obtido neste estudo. O teor de sólidos solúveis totais das amostras variou significativamente entre o suco de uva integral e as diferentes concentrações de alginato de sódio (1,0 e 1,5%), que apresentaram valores de 10,00 e 11,00 °Brix, respectivamente.

O alginato de sódio é muito utilizado pela indústria alimentícia e apresenta propriedades gelificantes, estabilizantes e espessantes (FARIA, 2013), além de alterar a viscosidade dos sistemas no qual é adicionado (DRAGET, 2009), o que pode ser verificado na análise de viscosidade das soluções de suco de uva com adição de alginato de sódio. É notável que com o aumento das

concentrações de alginato de sódio ao suco de uva, a viscosidade das amostras aumentou de forma significativa em relação ao suco de uva sem adição do alginato de sódio.

A Tabela 2 apresenta os dados de cor do suco de uva integral e das soluções do suco de uva com o alginato de sódio nas proporções de 1,0 e 1,5% (m/m) antes da encapsulação.

Tabela 2 - Avaliação objetiva da cor do suco de uva integral e das soluções de suco de uva com alginato de sódio a 1,0 e 1,5%, com relação aos parâmetros L*, a* e b* antes da encapsulação

Amostra	L*	a*	b*
Suco de Uva	19,32 ± 0,21 ^a	2,69 ± 1,12 ^a	1,20 ± 0,39 ^a
Suco de Uva + ALG (1,0%)	19,65 ± 0,70 ^a	1,78 ± 0,40 ^a	0,96 ± 0,23 ^a
Suco de Uva + ALG (1,5%)	20,60 ± 1,22 ^a	1,33 ± 0,81 ^a	1,04 ± 0,36 ^a

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ALG: Alginato de sódio; L*: Luminosidade; a*: coordenada vermelho/verde; b*: coordenada amarelo/azul.

Nota: Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra na coluna (comparação entre as amostras) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A avaliação da cor instrumental das amostras de suco de uva integral e do suco de uva nas concentrações de 1,0 e 1,5% de alginato de sódio não diferiu significativamente ($p > 0,05$), o que mostra que o aumento da concentração do alginato de sódio não influenciou na coloração original do suco de uva.

Na Tabela 3, estão apresentados os dados dos parâmetros de cor das cápsulas produzidas com as soluções do suco de uva integral com o alginato de sódio nas proporções de 1,0 e 1,5% gotejadas em soluções com 2, 4 e 6% de cloreto de cálcio e observa-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para todos os parâmetros avaliados (eixos L*, a* e b*), indicando que não houve maior escape do material de recheio para a solução de cloreto de sódio.

A Tabela 4 apresenta os dados de textura para as cápsulas obtidas e também não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para a análise de textura para os parâmetros avaliados. Observa-se que o desvio padrão da análise foi muito alto para o parâmetro dureza/firmeza, provavelmente devido a não uniformidade das cápsulas obtidas. A firmeza é uma propriedade mecânica relacionada com a força necessária para conseguir uma determinada deformação ou penetração. Na boca, é compreendida pela compressão do alimento entre os dentes (sólidos) ou entre a língua (BOURNE, 2002). No estudo de Faria (2013), as esferas com maior concentração de alginato apresentam uma maior resistência à compressão comparando as esferas com concentrações mais baixas. Porém, este

também relatou que as esferas com maior concentração de cálcio apresentaram maior resistência mecânica em relação às esferas com menor concentração de cálcio, fato que não ocorreu neste estudo.

Tabela 3 - Avaliação da cor das cápsulas após a encapsulação utilizando as concentrações de alginato de sódio a 1,0 e 1,5% em soluções de 2, 4 e 6% de cloreto de cálcio

Capsulas	L*	a*	b*
<i>Suco de Uva + ALG (1%)</i>			
CaCl ₂ (2%)	25,24 ± 0,16 ^a	4,17 ± 0,57 ^a	0,66 ± 0,41 ^a
CaCl ₂ (4%)	25,27 ± 1,71 ^a	3,93 ± 0,18 ^a	0,69 ± 0,16 ^a
CaCl ₂ (6%)	23,81 ± 0,38 ^a	3,88 ± 0,66 ^a	0,79 ± 0,42 ^a
<i>Suco de Uva + ALG (1,5%)</i>			
CaCl ₂ (2%)	26,03 ± 0,53 ^a	4,35 ± 0,40 ^a	0,77 ± 0,36 ^a
CaCl ₂ (4%)	26,37 ± 0,69 ^a	4,36 ± 0,48 ^a	0,83 ± 0,41 ^a
CaCl ₂ (6%)	26,64 ± 0,31 ^a	4,35 ± 0,38 ^a	0,81 ± 0,25 ^a

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ALG: Alginato de sódio; CaCl₂: Cloreto de Cálcio; ; L*: Luminosidade; a*: coordenada vermelho/verde; b*: coordenada amarelo/azul.

Nota: Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra na coluna (comparação entre as concentrações de CaCl₂) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A coesão é a extensão na qual a amostra pode ser deformada antes da ruptura e a mastigabilidade pode ser definida como o trabalho requerido para mastigar a amostra com o intuito de degluti-la (BOURNE, 2002). Estes dois parâmetros apresentaram resultados semelhantes à dureza/firmeza. O parâmetro elasticidade é a capacidade da amostra em recuperar sua forma original após a força de deformação ter sido removida (BOURNE, 2002). Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre as diferentes concentrações de cloreto de cálcio. Esperava-se uma maior viscosidade para as cápsulas com 1,5% de alginato de sódio, porém, também não houve diferença significativa ($p>0,05$) para a mesma concentração de alginato diferentes concentrações de cloreto de cálcio.

Tabela 4 - Análise de textura das cápsulas de suco de uva integral com alginato de sódio nas proporções de 1 e 1,5%

Amostras	Parâmetros de textura				
	Dureza/Firmeza	Elasticidade	Coesão	Viscosidade	Mastigabilidade
<i>Suco de Uva + ALG (1,0%)</i>					
CaCl ₂ (2%)	1512,44 ± 504,54 ^a	0,64 ± 0,30 ^a	0,43 ± 0,13 ^a	628,29 ± 209,00 ^a	393,72 ± 179,53 ^a
CaCl ₂ (4%)	1700,23 ± 954,85 ^a	0,73 ± 0,30 ^a	0,35 ± 0,08 ^a	540,14 ± 243,20 ^a	440,36 ± 179,53 ^a
CaCl ₂ (6%)	1274,40 ± 547,99 ^a	0,50 ± 0,07 ^a	0,43 ± 0,03 ^a	531,63 ± 193,28 ^a	274,89 ± 304,15 ^a
<i>Suco de Uva + ALG (1,5%)</i>					
CaCl ₂ (2%)	2049,16 ± 2514,22 ^a	0,52 ± 0,18 ^a	0,51 ± 0,07 ^a	917,44 ± 1022,84 ^a	603,53 ± 808,80 ^a
CaCl ₂ (4%)	661,42 ± 285,32 ^a	0,46 ± 0,10 ^a	0,53 ± 0,03 ^a	342,92 ± 128,27 ^a	158,95 ± 67,58 ^a
CaCl ₂ (6%)	924,32 ± 236,35 ^a	0,47 ± 0,05 ^a	0,49 ± 0,04 ^a	448,36 ± 82,52 ^a	210,80 ± 26,52 ^a

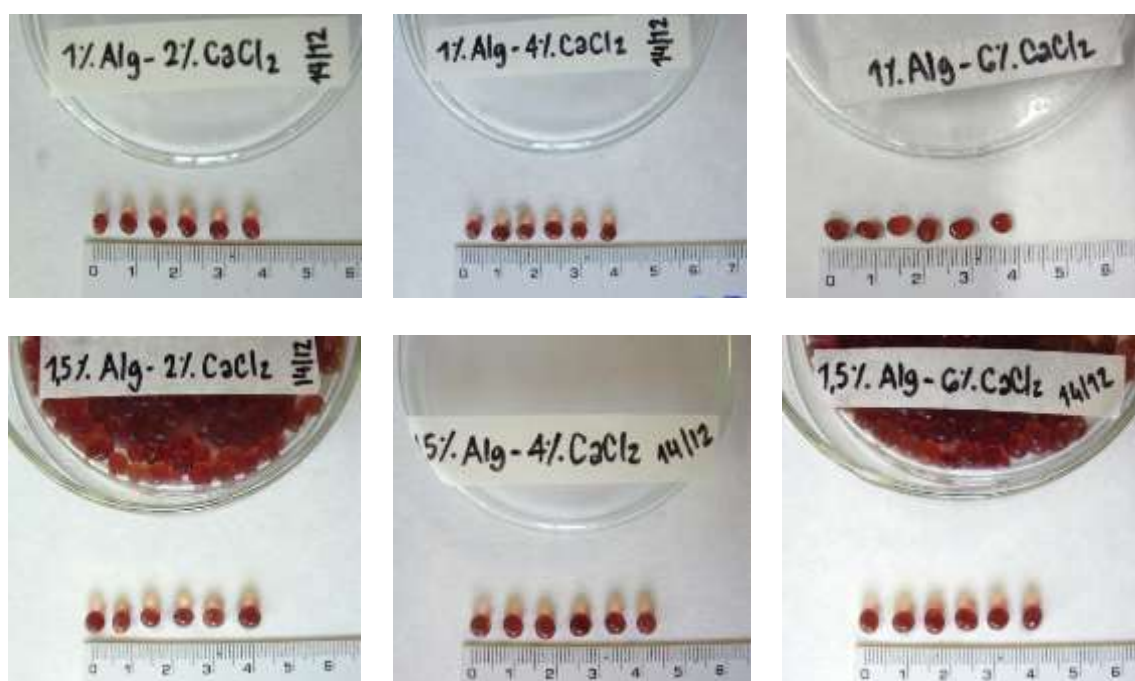
Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ALG: Alginato de sódio; CaCl₂: Cloreto de Cálcio.

Nota: Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra na coluna (comparação entre as concentrações de CaCl₂) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As imagens da Figura 3 mostram as cápsulas formadas pela técnica de gelificação iônica nas diferentes concentrações de alginato de sódio e cloreto de cálcio que apresentaram tamanhos em torno de 4 mm de diâmetro. Visualmente, pode-se observar que as cápsulas formadas pela concentração de alginato de sódio a 1,5% apresentaram um formato mais esférico, o que não aconteceu com as cápsulas de 1,0% de alginato de sódio que apresentaram uma forma ligeiramente mais irregular. Porém, a alteração da espessura da agulha ou da velocidade de gotejamento da solução poderia melhorar a regularidade do formato.

Figura 3 – Imagem das cápsulas de suco de uva formadas com concentração de 1,0% e 1,5% de alginato de sódio e diferentes concentrações de cloreto de cálcio 2, 4 e 6%.



Conclusão

As duas concentrações de alginato de sódio estudadas foram adequadas para a encapsulação do suco de uva, independente da porcentagem de cloreto de cálcio na solução, mas como a viscosidade é um parâmetro importante para a utilização na indústria de alimentos, a concentração de 1,0% se torna mais viável. O aumento da concentração de cloreto de cálcio na solução de gotejamento, independente da concentração de alginato, não afetou as características de cor e textura das cápsulas formadas. Mais experimentos são necessários para avaliar a aplicação das cápsulas de suco de uva

integral em alimentos e a estabilidade durante processamento e estocagem das capsulas e dos compostos de interesse encapsulados.

Referências

- BOURNE, M. Principles of Objective Texture Measurement. **Food Texture and Viscosity: concept and measurement**, p. 107-188, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 43 de 18 de maio de 2016. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e derivados da uva e do vinho**. Brasília, 2016. 21p.
- DRAGET, K. I.; SMIDSRØT, O.; SKJÅK-BRAEK, G. Alginate from Algae In Polysaccharides and Polyamides in The Food Industry. **Polysaccharides and Polyamides in food industry**, v. 1, p. 1 – 30, 2005.
- FARIA, S. F. F. **Obtenção de esferas de alginato com centro líquido: desenvolvimento de novos produtos**. 2013. 121 p. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Biológica) – Universidade do Minho, Ramo Tecnologia Química e Alimentar, Braga, Portugal. 2013.
- McCLEMENTS, D. J. Theoretical analysis of factors affecting the formation and stability of multilayered colloidal dispersions. **Langmuir**, v. 21, n. 21, p. 9777-9785, 2005.
- MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama em 2015**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1060511/vitivinicultura-brasileira-panorama-2015>. Acesso em: 02 fev. 2019.
- MESQUITA, T. C. **Características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de sucos de uva integral gama irradiados**. 2017. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós Graduação em Ciência dos Alimentos, Lavras, Minas Gerais, 2017.
- ROBASKEWICZ, F.; DAMBRÓS, B. P.; SANTIN, N. C. Determinação do teor de polifenóis totais e outras características físico-químicas em sucos de uva comerciais. **Unoesc & Ciência-ACBS**, v. 7, n. 2, p. 159-166, 2016.
- SALOMÃO, E. A. **Purificação e caracterização bioquímica das amilases produzidas por *aspergillus* sp. e *neurospora crassa* exo-1: imobilização da enzima em alginato de sódio**. 2017. 69 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Biologia Molecular) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Programa Multicêntrico de Pós Graduação em Bioquímica e Biologia Molecular, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2017.
- ZUIDAM, N. J.; SHIMONI, E. Overview of Microencapsulates for Use in Food Products or Processes and Methods to Make Them. In: ZUIDAM, N. J.; NEDOVIC, V. A., (Eds.). **Encapsulation Technologies for Food Active Ingredients and Food Processing**, Springer: Dordrecht, The Netherlands; 2009, p. 3–31.

Capítulo 14

Estudo da coloração instrumental, carotenoides e antocianinas em pimentas biquinho desidratadas e cultivadas em sistema de base agroecológica

Julia Lavínia Oliveira Santos^{1*}; Maristella Martineli²; Lize de Moraes Vieira da Cunha²; Verônica Moraes Barbosa³; Joelma Carvalho Martins⁴, Rosenildo Soares Damasceno⁵

Resumo

As pimentas do gênero *Capsicum* é a especiaria picante mais importante no mundo. A pimenta biquinho apresenta frutos doces, saborosos e aromáticos, muito consumidos em função do aroma, da crocância e da ausência de pungência, aumentando o interesse por essa hortícola. A desidratação é uma forma de processamento que agrega valor ao condimento, além de permitir seu armazenamento por maior tempo. Objetivou-se avaliar a coloração e pigmentos das pimentas cultivar Biquinho *Capsicum chinense* amarela e vermelha desidratadas produzidas em sistema de base agroecológica. Os acessos foram coletados em 2019, a partir de um sistema de produção de base agroecológica, no Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG. Após a colheita, as mesmas foram submetidas ao processo de desidratação, em secador com circulação de ar forçado a 60 °C por 24 horas. Uma parte do lote foi separada para avaliação das pimentas *in natura*. Após a secagem, as mesmas foram armazenadas em embalagens de polietileno e avaliadas quanto à coloração instrumental (L* C* °Hue), carotenoides e antocianinas totais. A pimenta Biquinho vermelha apresentou maior quantidade de carotenoides após a desidratação. A exposição ao calor não alterou as antocianinas, mas promoveu escurecimento da cor e perda de carotenoides na variedade Biquinho amarela.

Palavras-chave: *Capsicum chinense*. Conservação. Cor. Pigmentos. Temperatura

¹ Acadêmica do curso de agronomia, Departamento de Ciências Agrárias, UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros

² Professoras de Ensino Superior, Departamento de Ciências Agrárias, UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros

³ Mestranda no Programa Produção Vegetal no Semiárido, Departamento de Ciências Agrárias, UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros

⁴ Mestre, Programa Produção Vegetal no Semiárido, Departamento de Ciências Agrárias, UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros

⁵ Agrônomo, Departamento de Ciências Agrárias, UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros

Introdução

Pimentas do gênero *Capsicum*, originárias das Américas, é a especiaria picante mais importante no mundo, sendo de relevância tanto em países de clima tropical como temperado. Minas Gerais é o principal produtor brasileiro de pimentas, com tradição na produção da ‘Malagueta’, porém a pimenta-biquinho tornou-se uma nova opção de investimento nas propriedades rurais mineiras, e ganhou expressão nacional por apresentar frutos doces, saborosos e aromáticos, muito consumidos em conservas e na forma fresca em saladas (CARVALHO, 2006).

No tocante à composição química, as pimentas, além de apresentarem altos valores de vitaminas, são fontes também de antioxidantes naturais como a vitamina C, os carotenoides e compostos fenólicos, cujas concentrações podem variar com o genótipo e grau de maturação (PINTO *et al.*, 2013).

Um dos sistemas de produção da pimenta é o sistema de produção de base agroecológica. Este sistema sugere que, diferente dos sistemas tradicionais, este possa garantir a manutenção de maior nível de biodiversidade, com o emprego de múltiplas espécies e variedades que se combinam em variados arranjos no espaço e no tempo (ALTIERI, 2012).

A secagem é um dos processos disponíveis que permite que o produto seja armazenado em condições ambientais por longos períodos (GOMES; FIGUEIRÊDO; QUEIROZ, 2004), pois com a redução da quantidade de água, cria-se também condições desfavoráveis para o crescimento microbiano no produto. No entanto, apesar dos aspectos positivos, a secagem pode alterar as características sensoriais e o valor nutricional dos alimentos, sendo que, as condições utilizadas no processo de secagem e as características próprias de cada produto interferem, diretamente, na intensidade de tais mudanças (QUEIROZ *et al.*, 2007).

Objetivou-se avaliar a coloração e pigmentos das pimentas cultivar Biquinho *Capsicum chinense* amarela e vermelha desidratadas e produzidas em sistema de base agroecológica.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em sistema agroecológico de produção no Campus da UNIMONTES, município de Janaúba, MG. O plantio ocorreu em outubro/2018 e a colheita, em janeiro/2019. As mudas de pimentas cultivar Biquinho vermelha e amarela utilizadas foram produzidas em bandejas de polietileno, contendo substrato comercial orgânico Biomax, colocando-se duas sementes por célula, no viveiro de mudas do setor de biotecnologia da UNIMONTES. A

colheita dos frutos ocorreu em todo ciclo de produção, sendo os frutos do quarto ciclo selecionados quanto aos critérios agrônômicos, peso, tamanho, uniformidade e coloração para as análises de processamento.

Após a colheita, as pimentas seguiram ao Laboratório de Tecnologia de produtos de origem vegetal (TPOV) da UNIMONTES para o processamento. Os frutos foram lavados em água corrente e sanitizados em solução contendo hipoclorito de sódio a uma concentração de 50ppm, durante 15 minutos. Em seguida, parte das pimentas foram separadas para avaliação do fruto *in natura*. As demais foram arranjadas em bandejas e levadas para secador com circulação de ar forçado (marca Pardal, modelo PE14), sob temperatura de secagem de 60 °C por 24 horas. Ao final do processo, a média da umidade de ambas as pimentas estava abaixo de 25% de umidade (13,18% e 13,09% para vermelha e amarela, respectivamente), valor estabelecido pela legislação para frutas secas. As pimentas foram acondicionadas em sacos de polietileno de alta densidade e armazenados para realização das análises.

A coloração instrumental se deu em termos de L, C e °Hue, através do colorímetro Minolta, onde o L* indica luminosidade (0 e 100), C*, indica o “croma ou pureza da cor” (0 a 60) e, °Hue, ângulo de tonalidade, que varia entre 0° e 360°: 0° cor vermelha, 90° cor amarela, 180° ou -90° cor verde, 270° ou -180° cor azul, e passa de vermelho a negro em 360°.

Os carotenoides totais foram determinados por espectrofotometria (LICHTENTHALER, 1987), com resultados expressos em $\mu\text{g mL}^{-1}$ de extrato. O conteúdo de antocianinas totais foi determinado pelo método da diferença de pH (KLOPOTEK *et al.*, 2005) e resultado expresso em mg/100g.

As análises foram realizadas em triplicata e os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), em que o efeito do processamento, nas distintas pimentas, foi determinado pelo teste F a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

Em relação à cor instrumental (Tabela 1), a luminosidade e cromaticidade das pimentas desidratadas foi significativamente inferior comparada aos frutos *in natura* ($p < 0,05$) denotando amostras mais escuras e com coloração menos pura após a remoção de água. Segundo Fellows (2006), com o processo de secagem, há alterações nas características da superfície do alimento, alterando, portanto, a refletividade e a coloração do produto.

A tonalidade da cor (ângulo Hue) foi modificada pela secagem ($p < 0,05$) apenas nas pimentas amarelas. Esse resultado pode ser explicado pelo escurecimento dos frutos submetidos à secagem, que passou da coloração amarelo claro para amarelo escuro (menor valor de luminosidade desse produto). Tal mudança pode ser devido ao processo em si, às modificações dos carotenoides, reação de Maillard ou ação enzimática das polifenoloxidasas (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008). Na pimenta vermelha, não houve alteração da cor após a secagem ($p > 0,05$).

Tabela 1 – Coloração instrumental, carotenoides totais e antocianinas totais das pimentas biquinho *in natura* e desidratadas.

Variáveis	Valores Médios	
	Pimenta biquinho amarela	
	<i>in natura</i>	desidratada
L*	51,45 a	35,22 b
C*	57,87 a	39,25 b
Ângulo Hue	78,89 a	68,24 b
Carotenoides totais ($\mu\text{g/mL}$)	143,65 a	71, 84 b
Antocianinas totais (mg/100g)	7,20 a	8,96 a
	Pimenta biquinho vermelha	
	<i>in natura</i>	desidratada
L*	33,72 a	26,97 b
C*	45,90 a	39,70 b
Ângulo Hue (tonalidade)	45,99 a	45,54 a
Carotenoides totais ($\mu\text{g/mL}$)	133,52 b	163, 24 a
Antocianinas totais (mg/100g)	9,71 a	8,81 a

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: L* Luminosidade; C*: cromaticidade; Ângulo Hue: ângulo de tonalidade da cor.

Nota: Nas linhas, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Quanto ao conteúdo de carotenoides totais, as pimentas amarelas e vermelhas apresentaram comportamento distintos após o processamento. Após a desidratação, o teor nas pimentas amarelas foi reduzido ($p < 0,05$) pela metade, indicando perda desses pigmentos. De modo oposto, nas biquinho vermelhas, houve concentração com a remoção da água do produto ($p < 0,05$), indicando maior estabilidade dos pigmentos dessa variedade. De acordo com Baenas *et al.* (2019), a capsantina é a

principal responsável pela cor vermelha das pimentas, representando cerca de 40 a 60% do total de carotenoides nas diferentes variedades.

De acordo com Rodriguez-Amaya (1998), as maiores perdas de carotenoides ocorrem via degradação oxidativa, que depende de fatores como exposição ao oxigênio e luz, tempo e temperatura de tratamento térmico, entre outros, sendo que o aquecimento promove a isomerização trans-cis, tornando-o menos estável. Em complemento também afirmou que, o teor de carotenoides nos alimentos é afetado por fatores como cultivar ou variedade, o que pode justificar as diferentes respostas das variedades vermelha e amarela após a secagem.

Em ambas as variedades, não houve alteração significativa nos teores de antocianinas totais nas pimentas *in natura* e desidratadas ($p>0,05$). De acordo com Neitzke *et al.* (2015), o baixo teor de antocianinas nas pimentas se justifica pelo fato de serem os carotenoides os grandes responsáveis pela coloração das pimentas, porém ressaltou a importância do consumo de pimentas para a saúde, especialmente as sem pungência, uma vez que podem ser consumidas em maiores quantidades.

Conclusão

Nas condições do presente estudo, as antocianinas permanecem estáveis após o processamento. A desidratação promove perdas de carotenoides na Biquinho amarela, além de alteração na cor. Na Biquinho vermelha, há aumento de carotenoides totais após a secagem. Sendo assim, a cultivar Biquinho vermelha é mais indicada para o processamento de pimentas desidratadas.

Agradecimentos

À Chamada MCTIC/MAPA/MEC/SEAD - Casa Civil/CNPq N° 21/2016 Linha 2: Manutenção de Núcleo de Estudo em Agroecologia e Produção Orgânica (NEA) pela concessão de bolsas e incentivo à pesquisa dos sistemas agroecológicos de produção. À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da Bolsa de Incentivo ao Pesquisador Público Estadual- BIPDT e Bolsa IC e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Referências

- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3. ed. rev. ampl. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão popular, AS PTA, 2012.
- BAENAS, N. *et al.* Industrial use of pepper (*Capsicum annum* L.) derived products: Technological benefits and biological advantages. **Food chemistry**, v. 274, p. 872–885, 2019.
- CARVALHO, S.I.C. *et al.* **Pimentas do Gênero *Capsicum* no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e práticas**. 2ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2006.
- GAVA, A. J.; SILVA, C. A.B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos**. NBL Editora, 2008.
- GOMES, P. M. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 384-389, 2004.
- KLOPOTEK, Y.; OTTO, K.; BOHM, V. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, Total Phenolics, Total Anthocyanins, and Antioxidant Capacity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2005, v. 53, p. 5640-5646.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in enzymology**, v. 148, p.350-382, 1987.
- NEITZKE, R. S. *et al.* Genetic variability for antioxidant compounds in landraces of pepper (*Capsicum baccatum*). **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 415-421, 2015.
- PINTO, C. M. F. *et al.* Pimenta *capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.3, n.2, p.108-120, 2013.
- QUEIROZ, V. A. V. *et al.* Desidratação por imersão-impregnação e secagem por convecção de goiaba. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 42, n. 10, p. 1479-1486, 2007.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A Guide to Carotenoid Analysis in Foods**. Washington: International Life Sciences Institute (ILSI) Press, 2001.

Capítulo 15

Coloração instrumental e antocianinas em farinhas da casca de pitayas

Julia Lavínia Oliveira Santos *¹; Maristella Martineli²; Louíza Lourranne Mendes Pereira³, Felipe dos Santos Souza⁴; Anna Karolliny Corrêa de Jesus⁵ Ariane Castricini⁶

Resumo

A pitaya é um fruto com alto valor nutricional que apresenta um teor de compostos fenólicos, rico principalmente em antocianinas, pigmentos que conferem uma coloração do vermelho ao roxo nos alimentos. Objetivou-se caracterizar a coloração instrumental e antocianinas totais das cascas *in natura* das pitayas das espécies *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* e após a desidratação para obtenção de farinha. Frutos de pomar comercial de Janaúba, MG, foram colhidos maduros (casca vermelha), higienizados, descascados, tendo uma parte avaliada na forma *in natura* e a outra parte levada à desidratação em secador com circulação de ar forçado sob temperatura de secagem de 50 °C por 15 horas. Após a secagem, as cascas foram trituradas e as farinhas acondicionadas em potes plásticos, tampados e armazenados para realização das análises de coloração instrumental e antocianinas totais. A casca *in natura* e as farinhas provenientes da pitaya *Hylocereus polyrhizus* caracterizaram-se como vermelhas, porém as farinhas, vermelhas mais claras. A cor da farinha da *H. undatus* tendeu a uma coloração amarelada, enquanto que avermelhada quando *in natura*. A secagem das cascas promoveu acúmulo de pigmentos antociânicos nas farinhas de ambas as espécies.

Palavras-chave: Casca. Cor. Compostos bioativos. Desidratação. *Hylocereus undatus*. *Hylocereus polyrhizus*.

^{1,3,5}Acadêmica do curso de agronomia, Departamento de Ciências Agrárias, UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros

²Professora de Ensino Superior, Departamento de Ciências Agrárias, UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros

⁴Agrônomo, Departamento de Ciências Agrárias, UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros

⁶Pesquisadora, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais- EPAMIG

Introdução

A pitaiieira é uma cactácea e de acordo com as espécies, os frutos podem apresentar casca vermelha e polpa branca, casca vermelha e polpa vermelha e casca amarela e polpa branca (JUNQUEIRA *et al.*, 2010).

A pitaya é um fruto com alto valor nutricional que apresenta um teor de compostos fenólicos, rico principalmente em antocianinas, conferem uma coloração do vermelho primário ao roxo nos alimentos (ROCHA *et al.*, 2012). As antocianinas pertencem ao grupo dos flavonoides, que conferem a muitos vegetais as várias nuances de cores entre laranja, vermelho e azul (SANTOS *et al.*, 2014), apresenta ação anti-inflamatória e atividade que, além de impedir a aglomeração das plaquetas sanguíneas, impede a ação de radicais livres no organismo (SILVA *et al.*, 2010).

A casca da pitaya de polpa vermelha (*H. polyrhizus*) já foi caracterizada também como um produto com alto teor de betacianina e pectina, além de conter fibra dietética insolúvel e solúvel em quantidades significativas (JAMILAH *et al.*, 2011). De forma semelhante, as cascas das pitayas *H. undatus* e *H. polyrhizus* também foram reportadas como alimento de valor nutricional, devido à quantidade de fibras e conteúdo mineral presentes, podendo ser inseridas na dieta alimentar sem agregar muito valor calórico, permitindo que esse subproduto do processamento da polpa da fruta se apresente como um ingrediente funcional para diversas aplicações na indústria de alimentos (UTPOTT *et al.*, 2018).

Ainda se tratando da espécie *H. polyrhizus*, Utpott *et al.* (2018) em um estudo com farinha da casca dessa fruta como substituto de gordura em pães de forma, concluíram que a farinha da casca desse fruto, devido a sua composição e características, mostrou-se como um potencial substituto de gordura em alimentos, podendo ser utilizada em outros tipos de produtos, a fim de também agregar valor nutricional aos mesmos.

Sendo assim, levando-se em conta a importância dos pigmentos antociânicos, objetivou-se caracterizar a coloração instrumental e antocianinas totais das cascas das pitayas das espécies *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* nas formas *in natura* e após a desidratação para obtenção de farinha.

Material e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Processamento de Alimentos de Origem Vegetal da Universidade Estadual de Montes Claros, Campus Janaúba- MG.

Utilizou-se frutos maduros de pitaieira *Hylocereus undatus* (casca vermelha e polpa branca) e *Hylocereus polyrhizus* (casca vermelha e polpa vermelha) produzidas em pomar comercial do município de Janaúba-MG, safra 2019, cuja altitude local é de 533m, com latitude de 15° 48' 09" S, longitude de 43° 18' 32" e precipitação anual de 830mm.

Após a colheita, os frutos foram lavados, sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm por 15 minutos e tiveram as cascas retiradas manualmente, cortadas em cubos de 5 cm x 3 cm, onde uma parte foi triturada e submetida às avaliações na forma *in natura*. As demais foram organizadas em bandejas e levadas à desidratação em secador com circulação de ar forçado (marca Pardal, modelo PE14), sob temperatura de secagem de 50 °C por 15 horas de secagem. Essa temperatura e tempo de secagem foi definida após testes e também por dados da literatura (SANTOS *et al.*, 2017). Após a secagem, os produtos apresentaram umidade final de 10,9% e 10,7% (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*, respectivamente), valor abaixo do permitido pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2005) para produtos que são secos e processados na forma de farinha, que é no máximo 15%. As cascas foram trituradas (Figura 1) e as farinhas acondicionadas potes plásticos com tampas e armazenados para realização das análises.

Figura 1 – Farinhas de pitayas utilizadas no estudo: A) *Hylocereus polyrhizus*; B) *Hylocereus undatus*



A coloração instrumental se deu em termos de L, C e °Hue, determinada através do colorímetro Minolta, onde o L indica luminosidade, que varia entre 0 (mais escuro) e 100 (mais claro), C, indica o “croma ou pureza da cor”, que varia de 0 a 60, em que valores relativamente inferiores representam cores impuras (menor saturação de pigmentos)” e, °Hue, ângulo de tonalidade, que varia entre 0° e 360°, sendo que o ângulo 0° corresponde à cor vermelha, 90° cor amarela, 180° ou -90° cor verde, 270° ou -180° cor azul, e passa de vermelho a negro em 360° (MORAIS *et al.*, 2002). O

conteúdo de antocianinas totais foi determinado pelo método da diferença de pH (KLOPOTEK *et al.*, 2005; FRANCIS, 1982) e resultado expresso em mg/100g.

As análises foram realizadas em triplicatas e os dados da caracterização foram apresentados por meio de estatística descritiva.

Resultados e discussão

Para a coloração instrumental da espécie *H. polyrhizus*, a luminosidade, croma e ângulo Hue da casca *in natura* foi 28,60, 34, 50 e 10,45, respectivamente, denotando uma casca mais escura (valor mais próximos zero), vermelha (ângulo Hue mais próximo a zero, indicando tonalidade vermelha), porém pouco intensa (valor de croma mais próximo de zero). Após a secagem, as farinhas apresentaram-se vermelhas, porém mais claras (luminosidade mais próximos de cem).

Na espécie *H. undatus*, a casca *in natura* apresentou luminosidade de 35,84, croma de 26,68 e ângulo Hue de 15,33, indicando tonalidade próxima à das cascas da espécie *H. polyrhizus*, no entanto mais claras e menos intensa. Já, a farinha dessa espécie caracterizou-se como clara (luminosidade mais próximos cem) e tendendo ao amarelo (ângulo Hue mais próximo de 90°).

Santos *et al.* (2017), avaliando modelos de secagem de cascas de pitaya branca (*H. undatus*) a temperaturas de 50, 60 e 70 °C, relataram aumento dos valores de luminosidade à medida que a temperatura foi aumentada, o que pode justificar, no presente estudo, produtos mais claros após a exposição ao calor. Quanto à tonalidade da cor, comportamento semelhante ao desse estudo foi observado por esses mesmos autores, cuja cor avermelhada foi degradada em tons de amarelo.

Quanto às antocianinas totais, os valores após a desidratação aumentou, em ambas as espécies. Isso se deu em decorrência da secagem e consequente acúmulo desse pigmento. Stringheta (1991) relatou maior degradação das antocianinas à medida que se submete as soluções de antocianinas a temperatura mais elevada, mesmo quando complexadas com ácido tânico, sendo essa degradação ainda mais pronunciada quando se eleva o pH do meio. No entanto, tal degradação não foi observada nas cascas das pitayas do referido estudo, após a exposição ao calor do secador. De forma oposta, Lopes *et al.* (2017) relataram perda de antocianinas em farinhas de casca de uva, contudo para a secagem em estufa utilizou a temperatura de 60°C, por 5 dias, o que afetou significativamente, segundo os autores, o conteúdo de antocianinas. Os autores justificaram tal perda à sensibilidade desses compostos à temperatura. Vale ressaltar que a temperatura e o tempo de exposição ao calor empregados nas farinhas de pitayas foi inferior (50°C por 15h), o que pode justificar o resultado diferenciado no presente estudo.

Barroso *et al.* (2017), caracterizando antocianinas totais em cascas de pitaya, concluíram que o extrato bioativo da casca apresenta-se como uma fonte alternativa de compostos antioxidantes podendo ser utilizado como aditivo natural em alimentos.

Tabela 1 – Coloração instrumental (Luminosidade – L*, Croma – C* e ângulo Hue) e antocianinas totais da casca de pitayas *Hylocereus polyrhizus* e *Hylocereus undatus in natura* e desidratadas.

Variáveis	Valores Médios	
	<i>Hylocereus polyrhizus</i>	
	<i>in natura</i>	Farinha
L*	28,60± 1,40	51,06±1,12
C*	34,50±0,09	27,44±1,27
Ângulo Hue (tonalidade)	10,45±1,49	18,02±0,23
Antocianinas totais (mg/100g)	14,33±0,35	32,19±1,00
	<i>Hylocereus undatus</i>	
	<i>in natura</i>	Farinha
L*	35,84±0,81	64,05±0,72
C*	26,68±1,15	18,04±0,06
Ângulo Hue (tonalidade)	15,33±2,26	64,46±0,46
Antocianinas totais (mg/100g)	1,57±0,21	13,95±0,10

Nota: Dados representam a média de três medições ± desvio-padrão

Conclusões

Nas condições do presente estudo, a casca *in natura* e as farinhas provenientes da pitaya *Hylocereus polyrhizus* caracterizaram-se como vermelhas, porém as farinhas, vermelhas mais claras (maior luminosidade). A cor da farinha da *H. undatus* tendeu a uma coloração amarelada, enquanto que avermelhada quando *in natura*. A secagem das cascas promoveu acúmulo de pigmentos antociânicos nas farinhas de ambas as espécies.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto e concessão de bolsa de Iniciação Científica. À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da Bolsa de Incentivo ao Pesquisador Público Estadual- BIPDT e Bolsa IC e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Referências

- BARROSO, B. V. *et al.* Caracterização química de extrato bioativo do subproduto do processamento da pitaya (*Hylocereus undatus*). **Encontros Universitários da UFC**, v. 2, n. 1, p. 982.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Resolução RDC n.263, de 22 de setembro de 2005. Brasília: Diário Oficial da União, 2005.
- FRANCIS, F. J. **Analysis of anthocyanins, in Anthocyanins as food colors**. Markakis, P., Ed., Academic press, New York, 1982.
- JAMILAH, B. *et al.* Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **International Food Research Journal**, v. 18, n. 1, 2011.
- JUNQUEIRA, K. P. *et al.* Diversidade genética de pitayas nativas do cerrado com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 819-824, 2010.
- KLOPOTEK, Y.; OTTO, K.; BOHM, V. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, Total Phenolics, Total Anthocyanins, and Antioxidant Capacity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2005, v. 53, p. 5640-5646.
- LOPEZ, L. D. *et al.* Interferência do sistema de cultivo, radiação UV-C e método de secagem na qualidade da farinha de subprodutos de uva. **Científica**, v. 45, n. 4, p. 347-354, 2017.
- MORAIS, P. L. D. D. *et al.* Ponto de colheita ideal de mangas ‘Tommy Atkins’ destinadas ao mercado europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n.3, p.671-675, 2002.
- ROCHA, L. J. F. G. Estudo de alguns compostos bioativos das pitayas de polpas branca e vermelha (*Cereus undatus*, Sinonímia: *Hylocereus guatemalensis*, *H. undatus*). In: **CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 7., 2012, Palmas**. Anais [...], Palmas: IFTO, 2012.
- SANTOS, A. C. A. *et al.* Potencial antioxidante de antocianinas em fontes alimentares: revisão sistemática. **Revista Interdisciplinar**, v. 7, n. 3, p. 149-156, 2014.
- SANTOS, F. S. *et al.* Drying kinetics and physical and chemical characterization of white-fleshed ‘pitaya’ peels. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 12, p. 872-877, 2017.
- SILVA, M. L. C. *et al.* Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, 2010.
- STRINGHETA, P.C. **Identificação da estrutura e estudo da estabilidade das antocianinas extraídas da inflorescência de capim gordura (*Melinis minutiflora*, *Pal de Beauv.*)**. 1991. 138 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, São Paulo, 1991.

UTPOTT, M. *et al.* Caracterização centesimal das pitayas de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) E BRANCA (*Hylocereus undatus*) produzidas no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR, 6., 2018, Gramado. **Anais** [...]: Gramado: FAURGS, 2018.

UTPOTT, M. *et al.* Utilização da farinha da casca de pitaya vermelha (*hylocereus polyrhizus*) como substituto de gordura em pães de forma. In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR, 6., 2018, Gramado. **Anais** [...]: Gramado: FAURGS, 2018.

Capítulo 16

Estudo do processo de infusão da jabuticaba para a elaboração de licores a partir de álcool de cereais e cachaça

Nathália de Andrade Neves*¹; Paulo César Stringheta¹

Resumo

A jabuticaba (*Plinia jaboticaba* (DC) Berg.) é considerada uma das principais fontes brasileiras de antocianinas. Muito apreciada, seu consumo ocorre nas formas *in natura* e a partir da elaboração de produtos processados, tais como geleias, doces e licores. Embora populares, os licores são produzidos de maneira artesanal, com pouco controle de qualidade e falta de padronização. O presente trabalho teve por objetivo estudar a dinâmica do processo de infusão na extração de compostos fenólicos para a produção de licores de jabuticaba a partir de cachaça e álcool de cereais, por meio de análises periódicas do teor de compostos fenólicos e análise de cor instrumental. Foram analisados também a concentração de compostos fenólicos e coloração após a estabilização das bebidas, ocorrida durante dois meses. Os resultados mostraram um tempo de 66h suficiente para a extração dos compostos fenólicos, ao qual foi visualizada correlação entre o tempo e a concentração desses compostos ($r^2=0,930$ para a cachaça e $r^2=0,946$ para álcool de cereais, Pearson, 95% de probabilidade). A concentração de compostos fenólicos também resultou em correlação com a luminosidade da bebida, sendo grandezas inversamente proporcionais ($r^2= -0,924$). A dinâmica dos processos de extração foi semelhante, no entanto, após a estabilização da bebida, a cachaça proporcionou maior complexação das antocianinas, resultando em diferenças na composição de cor.

Palavras-chave: Antocianinas. Efeito Batocrômico. *Plinia jaboticaba*. Polimerização.

Introdução

A jabuticaba (*Plinia jaboticaba* (DC) Berg.) é considerada uma das principais fontes tipicamente brasileira de antocianinas, além de possuir grande quantidade de taninos e outros compostos fenólicos. No entanto, seu consumo é restrito devido a fatores como alta perecibilidade e ocorrência de safras anuais e de curta duração. Assim, alguns produtos são elaborados a partir do

¹Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa.

fruto na tentativa de estender seu consumo para além da safra bem como o seu melhor aproveitamento, uma vez que as cascas, onde estão contidos a maior concentração de compostos antioxidantes, são usualmente descartadas no consumo *in natura* (LEITE-LEGATTI *et al.*, 2012; WU *et al.*, 2013). Dentre os diversos produtos elaborados a partir da jabuticaba, pode-se citar a geleia, compotas, fermentados alcoólicos e licores.

Licores são definidos como “bebida com graduação alcoólica de quinze a cinquenta e quatro por cento em volume, a vinte graus Celsius, com percentual de açúcar superior a trinta gramas por litro” (BRASIL, 2009). São obtidos pela infusão de frutas em álcool sendo acrescido de açúcar. Durante o processo de infusão, os compostos presentes nos frutos, responsáveis pelo sabor, aroma, coloração e propriedades funcionais, migram para a fração líquida, compondo a bebida final. A maioria dos licores tradicionais são elaborados a partir de álcool de cereais e vodka e, na produção artesanal, é comum o emprego de cachaça, devido ao seu menor custo e maior disponibilidade (TEIXEIRA *et al.* 2011). Assim como a matéria-prima, o tempo de infusão das frutas em etanol varia de produtor para produtor, não havendo um consenso sobre o tempo necessário para a extração.

Embora muito populares, os licores de jabuticaba são produzidos de maneira artesanal, sendo restritos ao mercado consumidor regional, onde possuem grande aceitação. A forma artesanal de produção também resulta em baixo controle de qualidade e na falta de padronização. Por se tratar de um mercado informal e empregar técnicas muito simples de obtenção, os licores são pouco estudados, não havendo praticamente trabalho científico algum que relate as variantes do seu processo de obtenção sob a qualidade final do produto. O conhecimento acerca do modo de produção das bebidas sob o perfil fenólico pode contribuir para o aumento da sua popularidade e, até mesmo, para o estabelecimento de um produto tipicamente brasileiro, de baixo custo e boa aceitação.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo o estudo da dinâmica de extração dos compostos fenólicos presentes na jabuticaba, durante a infusão em cachaça e álcool de cereais, para a obtenção de licores, bem como o efeito da fonte de etanol sob a qualidade da bebida estabilizada.

Material e métodos

Para a produção dos licores foram utilizadas jabuticabas da espécie Sabará, colhidas na cidade de Viçosa- MG. Os licores foram preparados a partir do sistema de infusão simples, utilizando a cachaça, produzida artesanalmente no estado de Minas Gerais e o álcool de cereais, adquirido no comércio local.

Foram utilizados 2,5L da fonte de etanol (cachaça ou álcool de cereais), 1Kg de jabuticabas íntegras e 0,5L de calda contendo 600g de sacarose. O álcool de cereais foi previamente diluído em água com o objetivo igualar o teor de etanol ao da cachaça (45,4°GL).

As jabuticabas foram esmagadas manualmente, de forma a desintegrar o fruto, separando as cascas da porção contendo sementes e a polpa. Em seguida foram colocadas em contato com a fonte de etanol, em recipientes de vidro transparente com capacidade nominal de 5L. A amostra não ocupou toda a capacidade dos vidros, havendo um headspace de cerca de 1L. Os recipientes foram mantidos fechados com rolhas de cortiça. Ao longo do processo de infusão, foram retiradas alíquotas, as quais foram submetidas à análise de cor instrumental e à quantificação do teor de compostos fenólicos. As alíquotas foram retiradas em intervalos de 6h, para as primeiras 30h, sendo depois o intervalo estendido para 12h nas 36h seguintes. O ponto final foi às 94h, quando se observou o fim da extração dos compostos fenólicos. Ao final do processo de infusão, foi acrescentada a calda, sendo mais uma vez realizadas as análises. Todo o processo de obtenção dos licores foi realizado em triplicata.

As medidas colorimétricas foram realizadas por leitura em colorímetro ColorQuest XE (Reston, USA), no modo reflectância utilizando a escala CIELAB, com luminosidade de D65, ângulo de observação de 10° e 1cm de caminho ótico. Foram adquiridos os dados de a^* , corresponde aos tons de vermelho a verde, b^* correspondente aos tons de azul a amarelo e L^* , ou luminosidade. A diferença total de coloração entre as alíquotas foi determinada pelo valor de ΔE (equação 1), sendo que para os primeiros pontos, foram utilizados como referência os valores obtidos para a cachaça e o álcool de cereais.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

Os teores de compostos fenólicos foram estimados pelo método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON *et al.*, 1999). A quantificação foi realizada por meio de curva de calibração utilizando-se o ácido gálico como padrão.

Após dois meses de estabilização, os licores foram filtrados e envasados em garrafas de vidro de coloração âmbar. As bebidas estabilizadas foram analisadas novamente quanto ao teor de compostos fenólicos e quanto à intensidade de cor, tonalidade e composição da cor segundo metodologia de Ribéreau-Gayon, *et al.*, (2002). Foram feitas leituras das absorvâncias das amostras nos comprimentos de onda de 420, 520 e 620nm. Foram calculados os parâmetros de intensidade de cor (IC), tonalidade (Ton) e porcentagem dos comprimentos de onda de 420, 520 e 620nm na intensidade de cor, conforme as equações a seguir:

$$IC = Abs_{420} + Abs_{520} + Abs_{620} \quad (2)$$

$$Ton = \frac{Abs_{420}}{Abs_{520}} \quad (3)$$

$$420(\%) = \frac{Abs_{420}}{IC} \times 100 \quad (4)$$

$$520(\%) = \frac{Abs_{520}}{IC} \times 100 \quad (5)$$

$$620(\%) = \frac{Abs_{620}}{IC} \times 100 \quad (6)$$

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância (Anova), comparação de médias por Tukey ($p < 0,05$) e análise de correção de Pearson por meio do software R studio[®] (versão 1.1.463).

Resultados e discussão

A análise colorimétrica e quantificação dos compostos fenólicos permitiram a observação da extração dos compostos de interesse ao longo do tempo de infusão, sendo observada a estabilização desses dois parâmetros às 94h de contato do fruto com o extrator.

Ao longo do processo, observou-se que as infusões tornavam-se mais escuras devido à extração dos pigmentos presentes nas cascas das jaboticabas, assim, houve uma redução gradativa da luminosidade das alíquotas (L^*), sendo estabilizada a partir das 30h, quando não houve mais diferenças estatisticamente significativas (Tabela 1). Além disso, houve um aumento dos valores de a^* , que indicam a tonalidade vermelha, até às 18h de extração, indicando uma predominância dessa coloração em relação às demais, devido à tonalidade das antocianinas, que tendem ao vermelho-violeta, dependendo do pH do meio em que estão inseridas. A maior diferença de coloração se deu às 12h do início do processo de infusão, representado pelo maior valor de ΔE encontrado nessa amostragem. Por outro lado, a partir de 66h de extração, não houve diferenças classificadas como “muito distintas”, com ΔE inferiores a 3,0 (PATHARE *et al.*, 2012)

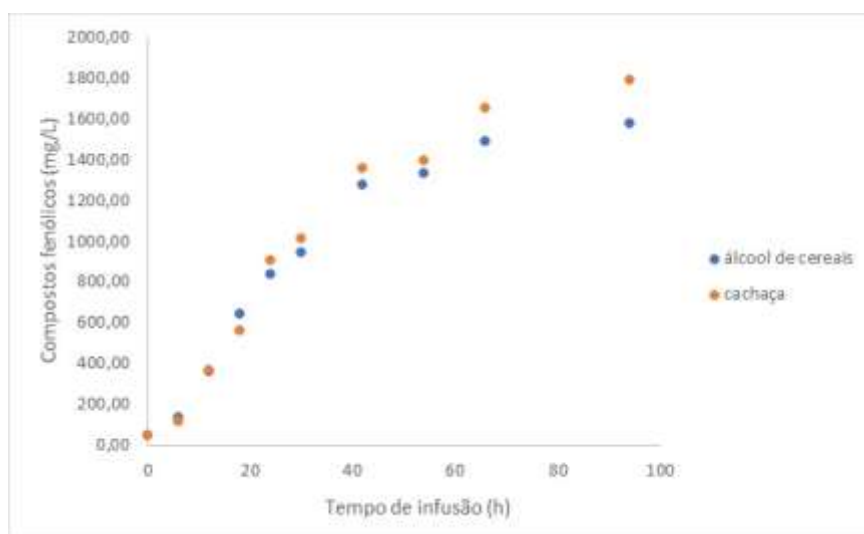
A exemplo do ocorrido para a análise colorimétrica, não houve diferença estatisticamente significativa entre os teores de compostos fenólicos ao longo do processo para os diferentes extratores utilizados. Os dados obtidos para a análise dos compostos fenólicos ao longo do tempo de infusão estão representados na Figura 1.

Tabela 1 - Valores obtidos para a análise colorimétrica de infusões para a produção de licor de jabuticaba utilizando álcool de cereais e cachaça

Tempo de infusão (horas)	Infusão elaborada com álcool de cereais			
	L*	a*	b*	ΔE
Álcool de cereais	81,48	-2,89	1,09	-
0	80,37 ± 0,44 ^a	-0,50 ± 2,65 ^d	2,44 ± 0,40 ^d	3,32 ± 1,99 ^{de}
6	74,55 ± 1,25 ^b	6,57 ± 1,94 ^c	3,26 ± 0,15 ^d	9,34 ± 1,92 ^{cd}
12	61,08 ± 1,66 ^c	27,14 ± 2,52 ^b	6,35 ± 0,79 ^c	24,79 ± 4,34 ^a
18	51,28 ± 1,35 ^d	39,58 ± 0,83 ^a	8,09 ± 1,10 ^c	15,97 ± 4,68 ^b
24	48,85 ± 2,60 ^{de}	38,30 ± 1,16 ^a	19,65 ± 1,37 ^a	11,98 ± 0,95 ^{bc}
30	46,06 ± 1,74 ^{ef}	40,05 ± 0,29 ^a	19,99 ± 0,73 ^a	3,37 ± 1,41 ^{de}
42	42,92 ± 1,70 ^{fg}	41,15 ± 0,93 ^a	16,51 ± 0,86 ^b	4,95 ± 0,55 ^{de}
54	41,85 ± 2,35 ^{fg}	39,23 ± 2,09 ^a	18,93 ± 1,26 ^{ab}	3,81 ± 0,75 ^{de}
66	40,33 ± 2,30 ^{fg}	38,29 ± 3,08 ^a	16,93 ± 1,29 ^b	2,80 ± 0,49 ^e
94	39,91 ± 1,43 ^g	38,20 ± 1,46 ^a	17,48 ± 0,57 ^{ab}	1,76 ± 0,56 ^e
Final*	42,03 ± 1,61 ^g	39,72 ± 0,93 ^a	18,75 ± 0,15 ^{ab}	2,94 ± 0,38 ^e
Infusão elaborada com cachaça				
Cachaça	81,4	-2,96	1,29	-
0	80,21 ± 0,11 ^a	-2,28 ± 0,07 ^d	3,11 ± 0,34 ^f	2,34 ± 0,31 ^e
6	75,36 ± 1,43 ^b	4,69 ± 2,10 ^c	4,53 ± 0,44 ^f	8,61 ± 2,67 ^{cd}
12	60,64 ± 3,06 ^c	26,76 ± 4,09 ^b	7,81 ± 1,34 ^e	26,73 ± 3,47 ^a
18	51,66 ± 2,63 ^d	38,83 ± 2,55 ^a	7,37 ± 1,71 ^e	15,13 ± 4,93 ^b
24	47,48 ± 1,03 ^e	37,58 ± 1,00 ^a	21,08 ± 0,31 ^a	14,56 ± 2,00 ^{bc}
30	45,01 ± 0,99 ^{ef}	40,11 ± 0,37 ^a	19,13 ± 0,41 ^{ab}	4,09 ± 0,82 ^{de}
42	42,10 ± 0,06 ^{fg}	40,55 ± 0,03 ^a	16,28 ± 0,04 ^d	4,15 ± 0,83 ^{de}
54	41,12 ± 0,41 ^{fg}	38,90 ± 0,61 ^a	18,58 ± 0,44 ^{bc}	3,07 ± 0,28 ^{de}
66	39,47 ± 0,44 ^g	37,92 ± 0,53 ^a	16,90 ± 0,17 ^{cd}	2,57 ± 0,24 ^{de}
94	39,14 ± 0,72 ^g	37,34 ± 0,79 ^a	17,02 ± 0,51 ^{bcd}	0,86 ± 0,47 ^e
Final*	40,93 ± 0,46 ^g	38,98 ± 0,23 ^a	18,32 ± 0,06 ^{bcd}	2,77 ± 0,89 ^{de}

Valores representados pela média ± desvio padrão de três repetições de cada sistema. Para o mesmo tipo de produto, letras diferentes na mesma coluna significam diferenças estatísticas pelo teste e Tukey (p>0.05) *Final = após a adição da calda de sacarose.

Figura 1 - Gráfico de dispersão para Tempo x Teor de compostos fenólicos em infusões para a produção de licor de jabuticaba utilizando álcool de cereais e cachaça



Os resultados permitiram observar a migração dos compostos fenólicos para o meio extrator ao longo do processo de infusão, havendo uma regressão linear verdadeira entre o tempo e o teor de compostos fenólicos para o sistema utilizando cachaça ($r^2 = 0,930$) e álcool de cereais ($r^2 = 0,946$) (Pearson 95% de intervalo de confiança). Obtendo as seguintes equações para a extração:

$$y = 257,68 + 17,51 x \quad \text{infusão com a utilização de álcool de cereais} \quad (7)$$

$$y = 225,84 + 20,08 x \quad \text{infusão com a utilização de cachaça.} \quad (8)$$

Sendo y o total de compostos fenólicos e x o tempo de infusão.

A partir de 66h de infusão, os teores de compostos fenólicos não sofreram alterações estatisticamente significativas, indicando o término do processo de extração. Esse fato foi observado para os dois tipos de extratores utilizados.

Após a adição da sacarose, no processo final de obtenção dos licores, houve uma redução relativa do teor de compostos fenólicos devido ao aumento da diluição. Além disso, é esperado que a adição de sacarose aumente a instabilidade das antocianinas que são pigmentos sensíveis a fatores como presença de açúcares, metais, íons, luz e temperaturas elevadas (MALACRIDA E MOTA, 2005), podendo levar à sua degradação.

Analisando os dados de luminosidade conjuntamente com os dados de concentração de compostos fenólicos, foi possível a observação a correlação entre essas grandezas, para todos os tempos e os dois extratores utilizados ($r^2 = -0,924$, Pearson 95% de significância), indicando que o aumento da concentração de compostos fenólicos inferiu diretamente na diminuição dos valores de

luminosidade dos sistemas. Sendo assim, é possível inferir que a coloração é um bom indicativo da extração dos compostos, sendo de grande ajuda ao produtor artesanal na tomada de decisão sobre o tempo necessário à infusão.

Na Tabela 2 estão representados os valores obtidos para as análises dos licores após o período de estabilização.

Tabela 2 - Caracterização de licores de jabuticaba produzidos com álcool de cereais e cachaça

Parâmetro analisado	Licor de Álcool de Cereais	Licor de Cachaça
Compostos Fenólicos Totais (mg/L)	1056,76 ± 139,85*	1087,41 ± 52,41*
Intensidade de cor	0,35 ± 0,04 ^b	0,43 ± 0,02 ^a
Tonalidade	2,25 ± 0,11 ^b	2,969 ± 0,09 ^a
Composição da cor 420nm	63,38 ± 0,96 ^b	68,75 ± 0,47 ^a
Composição da cor 520nm	28,17 ± 0,99 ^a	23,17 ± 0,58 ^b
Composição da cor 620nm	8,44 ± 0,18*	8,00 ± 0,21*

Letras diferentes em uma mesma linha, representam diferenças estatisticamente significativas (Tukey $p > 0.05$); *indica valores estatisticamente semelhantes.

Após o período de estabilização, houve uma pequena redução do teor de compostos fenólicos em ambos licores, sendo essa redução de 11% para o licor de álcool de cereais e 15% para o de cachaça. Essa redução provavelmente indica que houve processo de degradação ou de complexação dos compostos, deixando-os indisponíveis para a reação colorimétrica com o Folin-Ciocalteu. Esse fato é reforçado pelos resultados encontrados na coloração das bebidas.

A tonalidade representa o desenvolvimento da coloração marrom-alaranjada, que, por sua vez, caracteriza a polimerização das antocianinas, que ao sofrerem o efeito batocrômico, passam a adquirir a coloração mais laranja em detrimento ao vermelho intenso (BOULTON, 2011). Os resultados encontrados nos licores, estando acima de 1,3, indicam uma forte polimerização das antocianinas. Esse fato pode estar relacionado ao elevado teor alcoólico e a presença de grandes quantidades de açúcares. Nota-se também que os licores de cachaça diferiram dos de álcool de cereais nas características colorimétricas, apresentando maiores valores de composição de cor a 420nm e, conseqüentemente, maiores valores de intensidade de cor e tonalidade. Esse fato se deve ao maior efeito batocrômico encontrado no licor de cachaça, indicando uma maior polimerização das antocianinas, uma vez que o comprimento de onda de 420nm representa a coloração amarela-alaranjada. Esse fato pode se explicado pela maior complexidade de composição da cachaça, que

pode conter traços de metais pesados na sua composição, sobretudo cobre, causando maior instabilidade das antocianinas.

Conclusão

A análise dos resultados permitiu visualizar a correlação do tempo com a extração dos compostos fenólicos ao longo do processo de infusão dos licores, sendo o tempo de 66h de extração considerado suficiente para o processo, a partir do qual não houve mais diferenças estatísticas para o teor de compostos fenólicos e diferenças consideráveis na coloração dos sistemas.

Durante o processo de infusão, a dinâmica de extração dos compostos de interesse se manteve semelhante para os dois tipos de extratores utilizados, no entanto, após a bebida estabilizada, houve uma maior polimerização das antocianinas nos licores de cachaça, causando uma diferença nas características de coloração das duas bebidas.

Agradecimentos

Ao CNPq e à Capes pelo aporte financeiro e concessão de bolsas.

Referências

- BOULTON, R. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical review. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 52, n. 2, p. 67-87, 2001.
- BRASIL. (2009). Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de junho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm>. Acesso em 29/05/2019.
- LEITE-LEGATTI, A. V., BATISTA, A. G., DRAGANO, N. R. V., MARQUES, A. C., MALTA, L. G., RICCIO, M. F., EBERLIN, M. N., MACHADO, A. R. T., CARVALHO-SILVA, L. B., RUIZ, A. L. T. G., CARVALHO, J. E., PASTORE, G. M., MORÁSTICA-JÚNIOR, M. R. Jaboticaba peel : Antioxidant compounds , antiproliferative and antimutagenic activities. **Food Research International**, v. 49, p. 596–603, 2012.
- MALACRIDA, C. R., MOTTA, S. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, v. 25, n. 4, p.659–664, 2005.
- PATHARE, P. B., OPARA, U. L., AL-SAID, F. J. (2012). Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technol**, v. 6, n. 1, p. 36-60, 2012.
- SINGLETON, V. L., ORTHOFER, R., LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999.
- RIBÉREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., MAUJEAN, A., DUBOUDIEU, D. Handbook of enology.

Volume 2. The Chemistry of wine, stabilization and treatments Chichester, John Wiley & Sons Ltda., 451p.,2002.

TEIXEIRA, L. J. Q., SIMÕES, L. S., ROCHA, C. T., SARAIVA, S. H., JUNQUEIRA, M. S. Tecnologia, Composição e Processamento de Licores. Enciclopédia Biosfera, 7, 1–17, 2011.

WU, S.KENNELLY, E. J. Phytochemistry and health benefits of jaboticaba, an emerging fruit crop from Brazil. **Food Research International**, v. 54, p. 148-159, 2013.

Capítulo 17

Desenvolvimento de um novo produto com potencial probiótico à base de amêndoa da castanha de caju tipo “queijo *Camembert*”

Tamires Padilha da Silva¹; Cíntia Nanci Kobori²; Douglas Roberto Guimarães Silva³; Christiano Vieira Pires⁴; Jéssica Aparecida Ribeiro⁵, Juliana Cristina Sampaio Rigueira Ubaldo *⁶

Resumo

O objetivo do trabalho foi desenvolver um novo produto à base de amêndoa de castanha de caju com potencial probiótico, com características semelhantes ao queijo tipo *Camembert* e realizar as análises físico-químicas. Durante a elaboração, foram realizadas as seguintes etapas: preparo das amêndoas de castanha de caju, produção da massa, enformagem e maturação. O mesmo apresentou casca com textura firme, coberta pelo mofo (*Penicillium candidum*) e no interior uma consistência macia. Com o tempo de maturação observou-se uma diminuição no crescimento do mofo na superfície. Nas análises realizadas, foram obtidos os seguintes valores médios: lipídeos (32,8 %), proteínas (20,5 %), carboidratos (23,1 %), umidade (21,1 %), cinzas (2,5 %), acidez (7,9 % ácido oleico) e pH (5,50). Comparado com os dados da literatura para o queijo tipo *Camembert*, o produto a base de amêndoa de castanha de caju, possui elevados teores de proteínas e lipídeos e baixo teor de umidade. Assim, foi possível desenvolver um novo produto à base de amêndoas de castanha de caju, porém novos estudos são necessários para avaliar a vida de prateleira, aceitação do produto, funcionalidade, além da padronização do mesmo.

Palavras-chave: Alimento funcional. Saudabilidade. Vegetarianos.

¹ Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João Del Rei – *Campus Sete Lagoas*;

^{2,4,6} Docentes do Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João del Rei – *Campus Sete Lagoas*;

³ Professor substituto do Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João del Rei – *Campus Sete Lagoas*;

⁵ Discente de graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João del Rei – *Campus Sete Lagoas*.

*Autor para correspondência: julianacristina@ufsj.edu.br

Introdução

Há milhares de anos, o queijo é produzido e consumido pela população em diversos lugares do mundo, sendo apreciado de diversas formas e sabores. É um produto derivado do leite, podendo ser fresco ou maturado. Possuem alto teor de lipídeos e de proteínas, além de cálcio, vitamina A, que atua como um importante antioxidante, e vitamina B, componentes necessários na alimentação humana (PERRY, 2004).

Entre as diversas variedades de queijos, encontram-se os queijos mofados, sendo o queijo *Camembert*, oriundo da França e produzido desde 1791. É um queijo de mofo branco, de sabor acentuado e em seu interior apresenta textura cremosa de acordo com o tempo de maturação. A casca branca é devido ao *Penicillium candidum* ou *Penicillium camembert*, que fornece uma camada mais rígida de fungos brancos em toda a superfície, dando característica a esse queijo (LIMA; GOULART; OLIVEIRA, 2010).

O *Camembert* é um queijo muito conhecido e apreciado, porém, assim como os demais queijos, não atende a uma parcela da população que não consome produtos de origem animal. Dentre este grupo de pessoas estão os vegetarianos, os veganos, os intolerantes à lactose e alérgicos à proteína do leite (TAFFAREL, 2012).

Em 2018, a pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE) mostrou que 14 % dos cidadãos brasileiros consideram-se vegetarianos, quase o dobro de pessoas em relação a 2012. Nas regiões metropolitanas, a população vegetariana cresceu 75 % quando comparada a 2012. Segundo a Sociedade Vegetariana Brasileira, com o aumento da população vegetariana, aumenta a demanda de novos produtos para atender esse público específico. Pesquisas realizadas pelo IBOPE mostram que estão em alta os empreendimentos e investimentos relacionados nessas áreas (SOCIEDADE VEGETARIANA BRASILEIRA, 2019).

As pessoas que buscam uma alimentação saudável estão cada vez mais exigentes e preocupadas com a qualidade de vida. Assim, preferem alimentos com baixos teores de colesterol, açúcares e sódio.

A castanha de caju é formada por casca (epicarpo), mesocarpo, onde é retirado o líquido da casca da castanha (LCC), película e amêndoa. A última está localizada na parte mais interna da castanha, constituída de dois cotilédones carnosos e oleosos, que compõem a parte comestível do fruto, revestida por uma película de tons avermelhados (AQUINO *et al.*, 2011). Segundo Cardozo e Mafra (2015), amêndoas são benéficas para pessoas com problemas cardiovasculares, devido à

presença de ácidos graxos poli-insaturados, antioxidantes, vitaminas e minerais em sua composição. Além de serem ricas em carboidratos e gorduras insaturadas, que diminui os níveis de *low density lipoprotein* (LDL) no sangue, são fontes de proteínas e fibras (GAZZOLA *et al.*, 2006).

Com a crescente procura por alimentos saudáveis, nutritivos e livres de ingredientes de origem animal, a utilização da castanha de caju para a produção de um produto tipo queijo *Camembert* é uma ótima alternativa, visto que apresenta vários benefícios para a saúde, além de ser uma opção para os vegetarianos.

Diante do exposto acima, o presente trabalho teve como objetivos desenvolver um novo produto à base de amêndoas de castanha de caju com potencial probiótico, similar ao queijo tipo *Camembert* e realizar as análises físico-químicas do produto elaborado.

Material e métodos

Os ingredientes utilizados para a elaboração do produto com potencial probiótico foram: amêndoa da castanha de caju crua sem sal, sal, água destilada, *Penicillium candidum* (Danisco, Brasil) e *Lactobacillus acidophilus* (*Natures Plus*, Estados Unidos).

O novo produto à base de amêndoa de castanha de caju (ACC) foi desenvolvido na Universidade Federal de São João del Rei, *Campus Sete Lagoas*, nos laboratórios de Química e Bioquímica de Alimentos e de Tecnologia de Óleos e Gorduras. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos. O processamento foi realizado seguindo a metodologia descrita por Thomas (2018).

Foram realizadas as seguintes etapas: preparo das amêndoas de castanha de caju cruas, produção da massa, enformagem e maturação, conforme descrito na Figura 1. Antes da utilização, todos os equipamentos e utensílios foram devidamente higienizados.

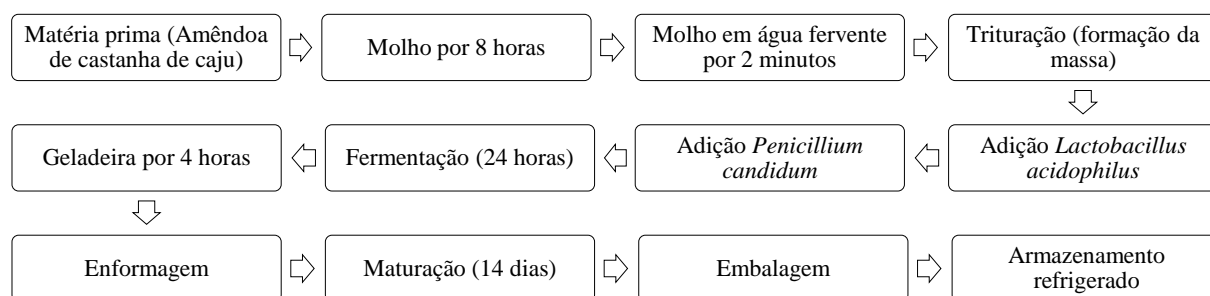
As ACC foram colocadas de molho em aproximadamente 3 litros de água destilada durante 8 horas, em temperatura ambiente. Em seguida, ferveu-se aproximadamente 3 litros de água destilada e deixou novamente as amêndoas de molho por 2 minutos. Esta etapa teve o objetivo de amolecer a amêndoa e facilitar a trituração da mesma. Logo após o preparo, foi realizada a produção da massa.

Para elaboração da massa, foram pesadas 1300,45 g das amêndoas de castanha de caju, trituradas em processador de alimentos (Philips Walita), adicionando água aos poucos (360 mL) e misturando até a massa atingir uma consistência lisa, uniforme e espessa.

Após a trituração das ACC adicionou-se *Lactobacillus acidophilus* (19 cápsulas; 190 g) e *Penicillium candidum* (0,37 g), sendo o último pesado em balança (Mart modelo UX6200H) na capela

de fluxo laminar. Em seguida, procedeu-se a mistura da massa por 60 s para incorporação dos microorganismos adicionados. Finalizado o processo, a massa foi transferida para um recipiente de 5 L, coberto com plástico filme ficando de repouso por 24 h em temperatura ambiente, para a fermentação da massa. Após o repouso, a massa foi colocada na geladeira durante 4 h, para a mesma tornar-se um pouco mais firme, facilitando a enformagem. Depois de enformadas, em formas redondas, procedeu-se para etapa de maturação.

Figura 1 – Etapas da elaboração do produto à base de amêndoa de castanha de caju



Fonte: Adaptado de Thomas, 2018.

A maturação foi realizada, em estufa incubadora B.O.D. SL - 200 (SOLAB), à 13 °C, durante 14 dias. A adição de sal (3 g) foi realizada no quarto dia de maturação, espalhando em toda a superfície do produto, cuidadosamente. No 9º dia, retiraram-se os produtos da forma, colocando-os sobre a grade da BOD até o 14º dia. No 15º dia, os produtos foram embalados em papel manteiga e armazenados em geladeira por mais 3 dias.

Para a realização das análises físico-químicas do produto elaborado, os mesmos foram cortados em quatro partes, selecionando duas partes de cada um deles. Em seguida, foram trituradas em processador de alimentos. Foram realizadas as análises de pH, acidez, umidade, cinzas, proteínas (método *Kjeldahl*) e lipídeos (extrator de *Soxhlet* TE-044, TECNAL), seguindo as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (2008), em quadruplicata. O teor de carboidratos foi estimado pela diferença entre 100 % e a soma dos componentes (lipídeos, proteínas, cinzas e umidade).

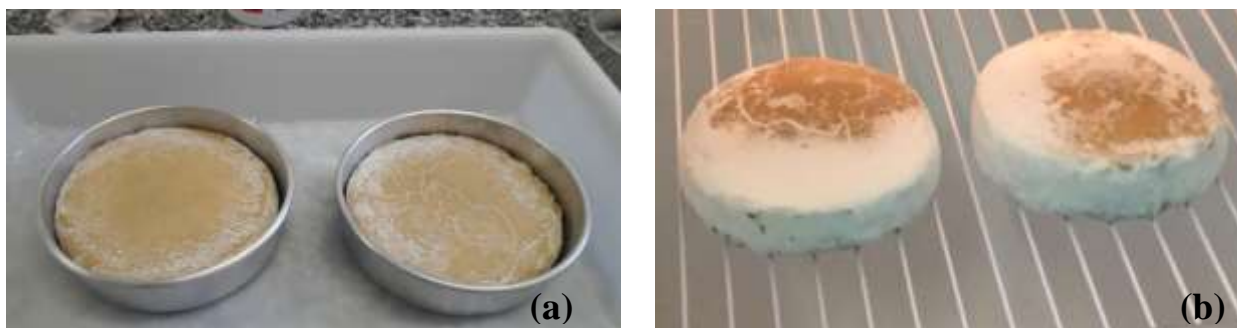
Resultados e discussão

Em relação ao crescimento do mofo, foi observado o crescimento a partir do 5º dia de maturação, porém no decorrer dos dias, durante as viragens (12º – 13º dia), observou-se que o

crescimento pelo *Penicillium candidum* foi reduzindo, não cobrindo toda a superfície do produto. No 12º dia, retiraram-se os “queijos” da forma, colocando-os sobre a grade da BOD, onde observou-se uma redução do mofo na superfície (Figura 2).

Após a maturação, os produtos foram embalados em papel manteiga e colocados em geladeira para refrigeração, percebendo-se uma diminuição do mofo no produto. No entanto, o produto apresentou uma textura macia por dentro, casca dura e aroma e sabor ácidos, similar ao queijo tipo *Camembert*.

Figura 2 – Crescimento pelo *Penicillium candidum* no produto à base de castanha de caju, durante o período de maturação: (a) 5 dias e (b) 12 dias



Fonte: Dos autores, 2019.

Na Tabela 1, estão apresentados os valores médios obtidos nas análises físico-químicas, comparando com queijos *Camembert* com diferentes tempos de maturação e amêndoa de castanha de caju crua. Foram encontrados no produto à base de castanha de caju, 20,5 % de proteínas, 32,8 % de lipídeos, 23,1 % de carboidratos e 2,5 % de cinzas.

No estudo realizado por Lima, Goulart e Oliveira (2010), o queijo *Camembert* com 14 dias de maturação, apresentou 21,6 % de proteínas e 23,0 % de lipídeos. No estudo realizado por Gräff *et al.* (2014), em queijos tipo *Camembert* com diferentes concentrações de esporos, os autores encontraram-se 15,4 a 23 % de proteínas, 2,3 a 3,1 % de cinzas e 22 a 32,1 % de lipídeos, sendo valores próximos aos encontrados no produto do presente estudo. Nas amêndoas de castanha de caju crua, Melo *et al.* (1998) encontraram teores de lipídeos (46,28 %) superiores ao obtido para o produto à base de ACC.

Em relação ao pH, o produto à base de ACC (5,50) apresentou valor inferior ao obtido por Melo *et al.* (1998), para a amêndoa de castanha de caju crua (6,20), ou seja, sem nenhum tipo de processamento. Em relação à acidez, o valor encontrado foi de 7,9 % de ácido oleico, superior à amêndoa de castanha de caju crua, 0,96 % de ácido oleico (MELO *et al.*, 1998).

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos do produto à base de amêndoa de castanha de caju comparado com queijos Camembert com diferentes tempos de maturação e amêndoa de castanha de caju crua

Parâmetros avaliados	Produto à base de ACC (Média ± DP)	(LIMA; GOULART; OLIVEIRA, 2010) (QC 14 dias)	(GRÄFF <i>et al.</i> , 2014) (QTC DTE)	(MELO <i>et al.</i> , 1998) (ACC crua)
Umidade	21,1 % ± 0,19	48,0 %	38,7 % a 54,3 %	5,05 %
Cinzas	2,5 % ± 0,05	-	2,3 a 3,1 %	2,40 %
Proteínas	20,5 % ± 0,05	21,60 %	15,4 a 23,0 %	22,11 %
Lipídeos	32,8 % ± 1,11	23,0 %	22,0 a 32,1 %	46,28 %
pH	5,50 ± 0,11	4,94	-	6,20
Acidez (% ácido oleico)	7,9 ± 0,22	-	-	0,96 %

Legenda: DP: desvio padrão; QC 14 dias: queijo *Camembert* com 14 dias de maturação; QTC DTE: queijo tipo *Camembert* com diferentes tipos de esporos; ACC: amêndoa de castanha de caju.
 - parâmetros não avaliados.

Observou-se que o novo produto apresentou maior teor de umidade (21,1 %), quando comparado à amêndoa de castanha de caju (5,05 %), sem nenhum processamento (MELO *et al.*, 1998). Quando comparado com o queijo *Camembert*, o teor de umidade do produto elaborado é muito inferior (21,1 %) ao reportado por Gräff *et al.* (2014), que encontraram, em queijos com diferentes concentrações de esporos, 38,7 a 54,3 % de umidade.

O valor energético total estimado foi de 469,6 kcal/100 g. Apesar de ser um produto calórico, seus componentes são altamente nutritivos e benéficos a saúde, por conter ácidos graxos essenciais e insaturados.

Conclusão

Foi possível o desenvolvimento do novo produto à base de amêndoas de castanha de caju, similar ao queijo *Camembert*. A adição do *Lactobacillus acidophilus* faz com que o mesmo tenha uma potencial funcionalidade, porém necessita de testes para comprovação científica. Dessa forma, o novo produto, à base de amêndoas de castanha de caju, pode ser uma nova opção para pessoas que não consome produto de origem animal e buscam alimentação saudável.

Referências

- AQUINO, J. S. *et al.* Efeito do líquido da casca de castanha de caju sobre as características físico-químicas e sensoriais de castanhas fritas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 70, n. 3, p.316-23, 2011.
- CARDOZO, L.; MAFRA, D. Alimentação pode levar a benefícios para o sistema cardiovascular: fato ou ficção? **Internacional Journal Cardiovascular Sciences**, v. 28, n.2, p. 87-88, 2015.
- GAZZOLA, J. *et al.* **A amêndoa da Castanha de caju: composição e importância dos ácidos graxos – Produção e comércio mundiais**. In: XLIV Congresso Da Sober. “Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento”. Fortaleza, 23 a 27 de Julho, p. 1-14, 2006. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/859607/1/Aamendoadacastanhadecaju.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- GRÄFF, C. A.; KERWALD, D. M. H.; LEHN, D. N.; SOUZA, C. F. V.; Características físico-químicas e sensoriais de queijo tipo *Camembert* produzido com diferentes concentrações de esporos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná – Brasil. v. 08, n. 02 suplemento: p.1452-1465, 2014.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 1020 p., 2008.
- LIMA, D. C.; GOULART, P. F. P.; OLIVEIRA, R. M. E. Avaliações sensorial, físico-química e microbiológica de queijo *Camembert* em diferentes tempos de maturação. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 65, n. 372, p. 41-46, 2010.
- MELO, M. L. P. *et al.* Caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale L.*) crua e tostada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 184-187, 1998.
- PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.
- SOCIEDADE VEGETARIANA BRASILEIRA (SVB). **Estimativa de Porcentagem de Vegetarianos e Veganos no Brasil**. Disponível em: <https://www.svb.org.br/vegetarianismo1/mercado-vegetariano>. Acesso em: 10 maio 2019.
- TAFFAREL, J. A. S. **Desenvolvimento de alimentos veganos tipo “queijo” e tipo “requeijão”**. 2012. 66 f. Monografia (Graduação). Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 2012.
- THOMAS, 2018. **Full off Plants: Vegan Aged Camembert Cheese**. Disponível em <https://fullofplants.com/vegan-aged-camembert-cheese>. Acesso em: 30 ago. 2018.

Capítulo 18

Caracterização nutricional da polpa de munguba e da farinha obtida a partir da sua polpa desidratada

Ulisses Rodrigues de Alencar*¹; Fabiane Rodrigues de Alencar²; Vânia Maria Alves³; Katiúcia Alves Amorim¹; Eduardo Ramirez Asquieri⁴; Clárisa Damiani⁵

Resumo

A Amazônia é considerada como berço da biodiversidade. Prospectar novos alimentos desta região e, por conseguinte, caracterizá-los nutricionalmente, no caso da polpa *in natura* da munguba e da farinha da polpa desidratada, significa valorizar os recursos naturais ali presentes. As mungubas maduras foram coletadas nas cidades de Goiânia e Aparecida de Goiânia e transportadas para o laboratório. Uma parte foi armazenada a -18°C e depois despulpada, manualmente, para avaliar sua umidade. Outra parte foi despulpada, imediatamente após chegar ao laboratório, e a polpa foi seca por 28 horas a 40°C em desidratador. Em seguida, a matéria seca foi triturada em moinho de facas e tamisada. A farinha foi analisada quanto à umidade, cinza, lipídios totais, proteína bruta, carboidratos totais e valor calórico. Os resultados obtidos para a polpa *in natura* foram 88,56% de umidade; 1,68% de cinza; 1,20% de proteína; 0,19% de lipídios; 8,27% de carboidratos; e 39,59 kcal/100 g de valor calórico. Já para a farinha da polpa foi 8,70% de umidade; 13,40% de cinza; 9,61% de proteína; 1,53% de lipídios; 65,97% de carboidratos; e 316,09 kcal/100 g de valor calórico. Portanto, a polpa da munguba é boa fonte energética, mesmo tendo baixo teor lipídico, podendo ser utilizada *in natura* ou na forma de farinha.

Palavras-chave: Amazônia. Desidratação. Novos alimentos. *Pachira aquatica* Aublet.

¹ Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás

² Graduanda em Engenharia de Alimentos, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás

³ Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2º Prédio, Universidade Federal do Tocantins

⁴ Docente da Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás

⁵ Docente da Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás

*Autor para correspondência: ulissesegali@gmail.com

Introdução

A região da Amazônia brasileira é formada por um complexo mosaico de áreas endêmicas com rica diversidade de frutíferas, que estão distribuídas de acordo com as especificidades da biota dessas áreas. A Amazônia dispõe de ótima biodisponibilidade de frutíferas com, aproximadamente, 220 frutos comestíveis, o que representa 44% da diversidade de frutos nativos do Brasil (NEVES *et al.*, 2012).

Reconhecidas fontes de nutrientes, frutas compreendem alimentos nutricionalmente importantes para a dieta humana. Recentemente, elas têm recebido maior atenção associada às evidências epidemiológicas do efeito redutor dos riscos de morte provocada por algumas doenças crônicas, devido ao consumo regular de frutas (RUFINO *et al.*, 2010; BORGES *et al.*, 2013).

Dados de composição de frutas nativas são essenciais para encorajar o mercado nacional e internacional a criar rotas de comercialização para esses produtos; ajudar as indústrias alimentícia, cosmética, farmacêutica, entre outras, a desenvolver formas de aproveitamento benéficas para a humanidade; e dar suporte para os órgãos fiscalizadores protegerem o meio ambiente e a biodiversidade da exploração predatória dessas espécies de plantas e do desmatamento.

Encontrada em ambientes brejosos ou à margem de rios e lagoas da floresta amazônica, a *Pachira aquatica* Aublet é uma árvore frondosa de copa arredondada, capaz de atingir até 18 metros de altura. Popularmente chamada de munguba, cacau selvagem, castanheira-do-Maranhão, monguba ou falso cacau, esta planta de folhas grandes, verdes e brilhantes produz belíssimas e perfumadas flores rosadas e de bases amarelas. É largamente utilizada na arborização urbana. Seus frutos grandes e compridos, semelhantes ao cacau, produzem sementes que podem ser consumidas torradas, fritas, assadas ou até mesmo trituradas para a produção de uma bebida de gosto bem saboroso, semelhante ao café e ao chocolate. Os frutos contêm, ainda, paina sedosa e branca que envolve as sementes (KINUPP; LORENZI, 2014; BRITO; CARDOSO; VENTUROLI, 2018).

Informação com respeito à composição nutricional de frutas brasileiras é ainda escassa, especialmente daquelas da região amazônica. No caso da polpa da munguba, tampouco há registros do seu aproveitamento alimentar na literatura. Em contrapartida, há emergente necessidade por maior valorização desses recursos naturais. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar, nutricionalmente, a polpa da munguba *in natura* e processada sob a forma de farinha.

Material e métodos

O material utilizado no estudo foi constituído por frutos de munguba (*Pachira aquatica* Aubl.), provenientes de coletas de frutos, com auxílio de vara, de árvores que apresentavam mungubas maduras caídas ao chão, para garantir o estágio de maturação mais próximo do ponto ótimo, ou seja, com sementes com casca de coloração ferrugínea. As buscas pelas árvores foram realizadas nas áreas urbanas dentro dos limites das cidades de Aparecida de Goiânia e Goiânia, ambas no estado de Goiás. As mungubas colhidas foram transportadas em sacolas de ráfia sintética até o laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal (EA-UFG), onde as frutas foram separadas em dois grupos.

O primeiro grupo de frutas foi embalado em papel laminado, colocado em sacos de polietileno de baixa densidade e congelado em freezer horizontal (-18°C), até o momento de análise, quando as frutas foram descongeladas e abertas, com auxílio de cutelo. As frutas partidas foram despulpadas, raspando-se a polpa aderida à casca com colher. Essa polpa foi triturada em liquidificador industrial, junto com a polpa obtida do eixo central de cada munguba, e analisada, imediatamente, quanto ao teor de umidade.

O segundo grupo de frutas foi aberto por meio de golpes contra uma superfície dura. Em seguida, a sua polpa foi despulpada da mesma forma com que foi descrito anteriormente. Essa polpa foi seca em desidratador a 40°C/28 h até peso constante, triturada em moinho de facas e tamisada em peneira de aço inoxidável, com abertura de 20 Mesh. Esta farinha foi avaliada quanto à umidade, cinza, lipídios totais, proteína bruta, carboidratos totais e valor calórico.

As determinações de umidade, cinza e proteína bruta foram realizadas seguindo os protocolos analíticos da AOAC (2016). Os lipídios foram extraídos e determinados por Bligh e Dyer (1959), enquanto o valor calórico foi estimado de acordo com Atwater e Woods (1896). Os carboidratos totais foram determinados pelo método fenol-sulfúrico (DUBOIS *et al.*, 1956), sendo que foram realizadas com cinco séries de tubos de ensaio e foram calculadas as médias das cinco leituras de absorvância de cada tubo.

Já as análises de umidade, cinza, proteína bruta e lipídios totais foram realizadas com 12 repetições e os resultados foram expressos a partir de média, desvio padrão amostral e coeficiente de variação em base úmida para a farinha e a polpa da munguba *in natura*.

Resultados e discussão

É possível observar, na Tabela 1, os resultados de composição nutricional da polpa de munguba *in natura* e da farinha processada da polpa desidratada de munguba

Os resultados de umidade mostraram efetiva redução, aproximadamente de 90%, do conteúdo de água presente na polpa da munguba *in natura* com o processo de desidratação aplicado. É sabido que grande parte da água do alimento está disponível tanto para reações bioquímicas do metabolismo de microrganismos deteriorantes e patogênicos como para manutenção do metabolismo do fruto, sendo critério importante na escolha da técnica de conservação para aumentar a vida útil do produto. Ademais, o percentual de umidade da farinha da polpa desidratada (8,70%) esteve em conformidade com a legislação vigente, que preconiza o limite máximo de 15% para produtos farináceos (BRASIL, 2005).

Tabela 1 - Valores médios \pm desvio-padrão (coeficiente de variação) da umidade, cinza, lipídios totais e proteína bruta. Valores médios de carboidratos totais e valor calórico total da polpa *in natura* e da farinha da polpa desidratada de munguba (*Pachira aquatica* Aubl.)

	Polpa <i>in natura</i>	Farinha da polpa desidratada
Umidade (%)	88,56 \pm 0,51 (0,57)	8,70 \pm 0,34 (3,95)
Cinza (%)	1,68 \pm 0,05 (2,89)	13,40 \pm 0,39 (2,89)
Proteína bruta (%)	1,20 \pm 0,03 (2,45)	9,61 \pm 0,23 (2,45)
Lipídios totais (%)	0,19 \pm 0,02 (11,56)	1,53 \pm 0,18 (11,56)
Carboidratos totais (%)	8,27	65,97
Valor calórico total (kcal/100 g)	39,59	316,09

Fonte: Dos autores, 2019.

A farinha da polpa desidratada apresentou teor médio de cinza igual a 13,40%. Este teor foi superior ao reportado por Sabatini *et al.* (2011), 3,67%, quando avaliaram a composição proximal do pó de alfarroba aplicado em sorvete. A cinza representa a porcentagem dos micronutrientes totais que compõem o produto. Estes micronutrientes são os minerais, como Ca, Fe, K, Na, Zn, Mg, entre outros, que desempenham papel importante no metabolismo humano. Sendo assim, o alto teor de cinza da farinha da polpa de munguba reflete a riqueza de minerais presentes nessa matriz.

O valor proteico bruto da farinha da polpa de munguba, também, foi superior ao relatado por Sabatini *et al.* (2011), 4,79% em alfarroba em pó. Isto revela que a polpa de munguba possui maior

valor nutricional do que a alfarroba, que é bastante consumida por esportistas e atletas de alto rendimento.

Ademais, o valor lipídico total da farinha da polpa de munguba foi menor ao encontrado por Medeiros e Lannes (2009) no cacau em pó (14,21%). É exatamente o menor teor de lipídios totais e o maior conteúdo de proteína bruta que são apontados como as vantagens da utilização da munguba em relação ao cacau em pó. No entanto, são necessárias investigações complementares sobre o perfil mineral (principalmente de metais, cujo limite de ingestão máximo é regulamentado pelos órgãos de saúde) e de compostos antinutricionais na farinha da polpa de munguba desidratada.

O conteúdo de carboidratos totais, determinado na farinha da polpa de munguba desidratada foi maior ao estimado por Medeiros e Lannes (2009) no cacau em pó (48,58%). Este valor foi calculado por diferença por esses pesquisadores. O resultado de carboidratos totais obtido na farinha da polpa sugere que a munguba possui alto teor de fibras, o qual corresponde à estrutura da polpa no interior do fruto maduro, semelhante à paina altamente fibrosa, característica da espécie *Pachira glabra* Pasq. Além disso, a elevada concentração de carboidratos presente na farinha da polpa desidratada da munguba alavancou o valor calórico do produto ao patamar numérico de 316,09 kcal/100 g.

O maior constituinte da composição nutricional da polpa *in natura* de munguba foi a umidade, correspondendo a 88,56%, podendo contribuir para a precibilidade desta fração da munguba depois de despulpada e se manipulada inadequadamente, enquanto que da farinha foi 8,70%. O segundo maior constituinte foi de carboidratos totais, 8,27%, sugerindo que esta fração possa ser constituída, predominantemente, por fibras insolúveis que formam a parede celular do fruto, ao passo que o teor de carboidratos totais foi o componente mais abundante (65,97%) seguido pelo teor de cinza (13,40%) na farinha da polpa desidratada. As porcentagens de cinza, lipídios e proteína, juntas, representaram, aproximadamente, 4% e completaram a composição nutricional da polpa fresca, enquanto que esses três componentes somaram quase 25% de toda a parte nutricional da farinha da polpa seca. A diferença percentual do valor calórico entre a polpa *in natura* e a farinha da polpa foi de, aproximadamente, 87%.

Conclusão

O tempo e a temperatura do processo de desidratação escolhidos reduziram, drasticamente, a umidade da polpa de munguba, sendo alternativa para aumentar a vida útil do produto. Além disso, tanto a polpa fresca como a farinha apresentaram teores de cinza, proteína bruta e carboidratos totais

importantes, do ponto de vista nutricional. Além disso, a farinha mostrou-se excelente fonte de energia, mesmo tendo baixa porcentagem de lipídios totais.

Referências

- AOAC. **Official methods of analysis**. Gaithersburg: Ed. AOAC International, 2016.
- ATWATER, W. O.; WOODS, C. D. **The chemical composition of american food materials**, U. S. Department of Agriculture: Ed. Office of Experiment Stations, 1896. (Bulletin n° 28).
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BORGES, G. D. S. C. *et al.* Protective effect of *Euterpe edulis* M. on Vero cell culture and antioxidant evaluation based on phenolic composition using HPLC ESIMS/MS. **Food Research International**, v. 51, n. 1, p. 363-369, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução de Diretoria Colegiada n° 263, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União, Brasília, 23 set. 2005.
- BRITO, C. N.; CARDOSO, E. F.; VENTUROLI, F. **Espécies arbóreas da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás**. 1. ed. Goiânia: UFG, 2018. E-book. ISBN 978-85-918782-4-6. Disponível em: https://profloresta.agro.ufg.br/up/417/o/E-BOOK_dendrologia_Camilla_e_Eliakim.pdf. Acesso em: 20 maio 2019.
- DUBOIS, M. *et al.* Colorimetric method from determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.
- KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil**. São Paulo: Ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.
- MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. Avaliação química de substitutos de cacau e estudo sensorial de achocolatados formulados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 247-253, 2009.
- NEVES, L. C. *et al.* Characterization of the antioxidant capacity of native fruits from the Brazilian Amazon region. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1165-1173, 2012.
- RUFINO, M. S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.
- SABATINI, D. R. *et al.* Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. **Alimentação e Nutrição**, v. 22, n. 1, p. 129-136, 2011.

Capítulo 19

Análise de propriedades físicas de batata baroa (*Arracacia xanthorrhiza*) submetida a diferentes métodos de cocção

Núbia Fernandes Bispo*¹; Milton Nobel Cano Chauca²; Daniela Silva Rodrigues¹; Poliane Batista Santos¹; Sandro Braga Soares³

Resumo

A batata baroa é uma hortaliça não convencional comestível que se caracteriza como alimento essencialmente energético. O objetivo desse trabalho foi avaliar as alterações físicas da batata baroa submetida a diferentes métodos de cocção. Avaliou-se nas raízes antes e após o cozimento: cor, textura, absorção de água e tempo de cozimento. A batata baroa passou pelas etapas de seleção, lavagem, higienização e corte, em seguida foi submetida aos diferentes métodos de cocção. Antes do cozimento as amostras apresentaram luminosidade próximo a cor branca, presença de pigmentos verdes e cor amarela. Após o cozimento, reduziu-se a luminosidade e a intensidade da cor amarela nas amostras. O tempo de cozimento apresentou diferença significativa entre os tratamentos, com exceção dos tratamentos Mattson e imersão. Os resultados mostram perda de água em todos os tratamentos, no entanto o realizado em micro-ondas apresentou maior perda. Os tratamentos que demandaram maior tempo de cozimento apresentaram textura mais macia e menor resistência ao corte. Desta forma conclui-se que as características físicas da batata baroa são alteradas de acordo com o teste de cocção a que são submetidas.

Palavras-chave: Cor. Cozimento. Hortaliça não convencional. Textura. Perda de água.

Introdução

A batata baroa é uma hortaliça não convencional comestível produzida por uma planta eudicotiledônea, gênero *Arracacia*, espécie *Arracacia xanthorrhiza*, originária da região andina da América do Sul. Caracteriza-se como alimento essencialmente energético pois destacam-se os teores de carboidratos em relação aos demais nutrientes, é fonte de vitaminas e minerais. Entre as vitaminas, ressaltam-se as do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina e piridoxina) e a vitamina A. Entre os

¹ Discentes, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG/ICA

² Professor, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG/ICA

³ Servidor, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG/ICA

minerais, destacam-se o cálcio, magnésio, fósforo e o ferro. Que contribuem para os efeitos promotores da saúde (PEREIRA, 1997).

O cultivo e o consumo de hortaliças não-convencionais têm diminuído em todas as regiões do país, em áreas rurais e urbanas e entre todas as classes sociais, resultado da globalização e do crescente uso de alimentos industrializados, verificando-se mudanças significativas no padrão alimentar dos brasileiros e perdas de características culturais e de identidade com o consumo de alimentos locais e regionais (MAPA, 2010). A batata baroa apresenta um curto período de conservação pós-colheita, de 3 a 5 dias, o que limita a exportação da produção para locais distantes do local de cultivo, limitando o mercado consumidor. O principal fator da rápida deterioração da batata baroa é a perda de textura pela ação de enzimas pectinolíticas que degradam a pectina da parede celular, fazendo com que o tecido perca a sua rigidez característica (CHIEBÃO, 2008).

A manutenção da qualidade das hortaliças é um desafio, uma vez que, logo após a colheita, reações químicas e físicas passam a ocorrer, do mesmo modo, o processamento a que são submetidas antes do consumo, também pode alterar suas características (AHVENAINEN, 1996). Os métodos de cocção é um dos principais fatores determinantes na qualidade física das hortaliças. A aplicação de calor no alimento possibilita características bem definidas em termos de cor, sabor, consistência, rendimento, composição química e conservação.

A cocção é um processo que utiliza o efeito do calor, induz mudança significativa na composição química, físico-química e estrutural dos alimentos, promovendo a degradação da estrutura o que melhora a palatabilidade e a digestibilidade, mas, também pode afetar de maneira positiva ou negativa a biodisponibilidade e as concentrações de nutrientes (MAZZEO *et al.*, 2011, GONÇALVES *et al.*, 2011). Além das mudanças nutricionais, durante a cocção também ocorrem alterações no flavor, cor e textura. Kawashima e Valente (2005), estudando métodos de cocção, afirmam que, a temperatura, o tempo e tipo de cocção influenciam diretamente na quantidade final de nutrientes. Dentre os métodos de aplicação de calor os mais utilizados são as cocções a vapor, imersão e forno micro-ondas (SILVA; LOPES; VALENTE-MESQUITA, 2006).

Segundo estudos a batata baroa é de fácil digestibilidade, e o consumo de 100g diário pode suprir a necessidade de minerais em crianças e adultos (ALMEIDA, 2000). Apesar da batata baroa ser rica em nutrientes importantes à saúde, trabalhos desenvolvidos visando a investigação e comparação dos efeitos dos vários métodos de cocção disponíveis sobre a alteração da cor, textura, tempo de cozimento e absorção de água são escassos, tornam-se então fundamentais estudos específicos para a verificação dessas alterações, contribuindo para o conhecimento da melhor forma de prepará-la.

Diante do exposto objetivou-se avaliar as propriedades físicas da batata baroa submetida a diferentes métodos de cocção.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Geras, ICA-UFMG, em Montes Claros - MG. A batata baroa foi adquirida no mercado local e armazenada sob refrigeração até a preparação. O material foi selecionado, lavado, higienizado, descascado e posteriormente cortado. As amostras foram cortadas em forma de cubos de 1,5x1,5x1,5 cm com auxílio de uma forma e submetidas a posteriores testes de cozimento.

Para o cozimento utilizando o cozedor de Mattson, foi utilizado o equipamento de aço inoxidável composto por 16 varetas, calibradas com 40 g, na qual se deslizam sobre duas placas perfuradas. Para a determinação do tempo de cozimento as amostras foram dispostas sob as varetas, e imersas em um depósito contendo 4 litros de água a 100 °C. Imediatamente foi cronometrado o tempo necessário para que 60% mais um das varetas perfurem as amostras (10 varetas).

Para a cocção por imersão a hortaliça foi cortada em cubos, sendo estas imersas em uma panela de aço inox contendo 4 litros de água em ebulição. O tempo de cozimento foi aferido através da textura obtida.

Para a cocção a vapor, as amostras foram cortadas em cubos e colocadas em uma cesta de 10 cm de diâmetro, posta sobre uma panela contendo 4 litros de água em ebulição.

Para o cozimento em micro-ondas foi utilizado o aparelho da marca Electrolux, onde as hortaliças foram dispostas em placas de vidro e expostas por um determinado tempo até o cozimento.

O tempo de cozimento da hortaliça nos métodos de cocção por imersão, vapor e micro-ondas foi avaliado espetando a amostra com auxílio de um garfo, onde a hortaliça não oferecia resistência a força de penetração. A análise de absorção de água foi determinada em função da quantidade de água absorvida/ perdidas durante o processo de cozimento. A cor foi avaliada instrumentalmente mediante um colorímetro da marca Konica Minolta utilizando a escala CIELAB (L^* , a^* e b^*). O valor L^* representa a luminosidade da amostra, indo de 0 (totalmente escura) à 100 (totalmente clara); já a coordenada a^* representa (-) verde e (+) vermelho, e a coordenada b^* representa (-) azul e (+) amarelo. Antes de realizar as medidas, o equipamento foi calibrado utilizando-se padrões de cor fornecidos pelo fabricante. Foram realizadas leituras em quadruplicata das amostras. Para análise de textura, foi utilizado um penetromêtro (Instrutherm PTR-300) adaptado com uma lâmina onde foi

medida a força (N) necessária para fazer o corte na hortaliça. Foram realizadas 10 leituras para cada amostra.

O experimento foi conduzido, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e quatro repetições. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando a Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias, ao nível de significância de 5%. O programa utilizado para as análises foi o SISVAR.

Resultados e discussão

Os parâmetros de cor avaliados nas raízes de batata baroa submetidas a diferentes métodos de cocção estão apresentadas na Tabela 1.

Verifica-se que antes do cozimento a batata baroa apresentou valores médios de L *a* b* de 71,4; -1,7 e 35,4 respectivamente. O que significa aparência clara, cor amarelada com tonalidade de verde. Após o cozimento os valores médios de L* a* b* entre os tratamentos foram de 49,1; -2,8 e 23,1, o que evidencia que houve perda da luminosidade, aumento da tonalidade verde e diminuição no tom amarelo.

Tabela 1 - Valores médios da Análise da cor da batata baroa antes e após cozimento submetida a diferentes tratamentos

Tratamento	Antes do cozimento			Após o cozimento		
	L	a*	b*	L	a*	b*
Mattson	71,80	-2,35	37,29	48,07	-3,31	21,71
Imersão	70,38	-1,82	30,66	46,60	-3,37	20,16
Vapor	71,30	-1,27	38,70	49,71	-2,42	27,21
Microondas	72,35	-1,41	35,21	52,14	-2,32	23,39

Fonte: Dos autores, 2019.

O alto índice de luminosidade nos tratamentos apresentada na polpa das amostras in natura também foi relatado por Garcia *et al.* (2015), estudando batatas, verificaram valores similares de luminosidade (70) e valores de b* de 28,34. Sobre a coordenada a* Feltran *et al.* (2004) também notaram a presença de componentes de cor verde em estudo com batatas. Todas as amostras apresentaram presença marcante do componente de cor amarela (b*), podendo estar relacionada a carotenoides do tipo carotenos e xantofilas (JANSEN; FLAMME, 2006). Menegassi *et al.* (2007)

analisando a cor de farinha de batata baroa também notou redução da luminosidade. Segundo o mesmo autor a redução da luminosidade pode ter sido acarretada pela umidade e temperatura, o aumento da umidade e temperatura diminui linearmente a luminosidade. Comportamento semelhante foi observado em batata e tomate, como consequência da degradação dos pigmentos carotenoides, causada pela exposição a altas temperaturas, luz e oxigênio (GALEGO-CASTILO; AYALA-APONTE, 2018). Feltran *et al.* (2004) menciona que a intensidade da luz e temperatura pode ocasionar ao surgimento da cor verde nos tubérculos.

Observa-se na Tabela 2 que o tempo de cozimento da batata baroa nos tratamentos apresentaram diferença significativa, com exceção dos tratamentos em Mattson e imersão que apresentaram o mesmo tempo de cozimento. Sendo o tratamento em micro-ondas apresentou menor tempo de cocção (3 min) e a vapor maior tempo (10,11 min). Em relação a absorção de água nota-se que todos os tratamentos perderam a mesma quantidade de água exceto o tratamento em micro-ondas que resultou em maior perda de água (2,03g). A textura da batata baroa teve a mesma força de corte em todos os métodos, no entanto o tratamento em micro-ondas apresentou maior força de corte, (12,35 N) ou seja, textura mais rígida.

Tabela 2 - Tempo de cozimento, absorção de água e textura da batata baroa submetida a diferentes métodos de cocção.

Tratamento	Tempo de cozimento (min)	Absorção/perda de água (g)	Textura (N)
Mattson	7,22 b	-0,91 b	7,57 a
Imersão	7,80 b	-0,87 b	7,73 a
Vapor	10,11 c	-0,69 b	7,92 a
Microondas	3,00 a	-2,03 a	12,35 b

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas pelas letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância.

Observa-se nessa mesma Tabela 2 que a textura está diretamente ligada ao tempo de cozimento. Maiores tempos de cozimento correspondem a textura mais macia e menores perda de água. O tratamento realizado no micro-ondas requereu menor tempo de cozimento, no entanto resultou em maior perda de água e maior rigidez na textura da batata baroa, essa característica também foi constatada por Butarelo *et al.* (2004) em estudo da influência do tempo de cozimento na textura da mandioca. A diferença entre os tratamentos pode estar relacionada á natureza péctica e celulósica quanto à disponibilidade de espaços intracelulares para inchamento dos grânulos de amido.

Conclusão

Após o cozimento a cor da batata baroa foi influenciada pelos métodos de cocção. As propriedades físicas da batata baroa absorção de água e textura não foram influenciadas pelos métodos de cocção, com exceção do tratamento realizado em micro-ondas.

Referências

- AHVENAINEN, R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruits and vegetables. **Trends Food Sci Technol**, v. 7, p. 179-187, 1996.
- ALMEIDA, F. J. de. Incremento no consumo de mandioquinha-salsa. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MANDIOQUINHA-SALSA, 7. e SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO DO FUMO, MILHO E MANDIOQUINHA-SALSA, 1., 2000, Rio Negro, PR. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 3, p. 245-246, 2000.
- BUTARELO, S. S. *et al.* Hidratação de tecidos de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e gelatinização do amido durante a cocção. **Ciências e tecnologia de alimentos**. Campinas, vol. 24, n. 3, p. 311-315, jul-set. 2004.
- CHIEBÃO, H. P. **Estudo de conservação de mandioquinha-salsa (*arracacia xanthorrhiza* Bancroft.):** efeitos da embalagem, radiação gama e temperatura de armazenamento. 2008. 123 f. Dissertação (Mestrado em Bromatologia), Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 2008.
- FELTRAN, J. C. *et al.* Esverdeamento em cultivares de batata avaliado pela escala visual e índice spad. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 681-685, out./dez., 2004
- GALLEGO-CASTILLO, Sonia; AYALA-APONTE, Alfredo Adolfo. Changes in physical properties of sweet potato due to effects of thermal pre-treatments for puree production. **Dyna**, vol. 85, n. 207, p. 135-142, 2018,
- GARCIA, L. *et al.* Potencialidade de processamento industrial de cultivares de batatas. **Ciência Rural**, vol. 45, n. 10, p.1742-1747, 2015.
- GONÇALVES, G. A. S.; BOAS, E. V. B. V., RESENDE, J. V. de; MACHADO, A. L. L.; BOAS, B. M. V. Qualidade dos frutos do pequiheiro submetidos a diferentes tempos de cozimento. **Ciência e agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p. 377-385, 2011.
- JANSEN, G.; FLAMME, W. Coloured potatoes (*Solanum tuberosum* L.) – Anthocyanin content and tuber quality. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.53, n. 7, p. 1321-1331, 2006.
- KAWASHIMA, L. M.; VALENTE, S. L. M. Effect of blanching time on selective mineral elements extraction from the spinach substitute (*Tetragonia expansa*) commonly used in Brazil. **Food Science and Technology**, 2005, vol. 25, n. 3, p. 419-424.
- MAPA. Manual de hortaliças não-convencionais, Brasília, 92p. 2010.
- MAZZEO, T. *et al.* Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidante capacity and colour of selected frozen vegetables. **Food Chemistry**, v. 128, p. 627–633, 2011.
- MENEGASSI, B. *et al.* Efeito de parâmetros de extrusão na cor e propriedades de pasta da farinha de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Ciência e Agrotecnologia**, p. 1780-1792, 2007.

PEREIRA, A. S. Valor nutritivo da mandioquinha-salsa. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 19, n. 190, p. 11-12, 1997.

SILVA, P. T. da; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA V. L. Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de ácido ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geleia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 678-682, 2006.

Capítulo 20

Análise de propriedades físico-químicas do Cará (*Dioscorea trifida*) submetido a diferentes métodos de cocção

Núbia Fernandes Bispo*¹; Milton Nobel Cano Chauca²; Daniela Silva Rodrigues¹; Poliane Batista Santos¹

Resumo

O cará é uma hortaliça não convencional rico em carboidratos e vitaminas. Muito importante em regiões tropicais devido à sua resistência a altas temperaturas e a “déficits” hídricos, alta eficiência de utilização de nutrientes e a alta capacidade de conservação pós-colheita. O objetivo desse trabalho foi avaliar as alterações físicas do cará submetido a diferentes métodos de cocção (Mattson, imersão, vapor e micro-ondas). Nas avaliações referentes ao cozimento da hortaliça foram analisados antes e após o cozimento: cor, textura, absorção de água e tempo de cozimento. O cará passou pelas etapas de seleção, lavagem, higienização e corte, em seguida foi submetido aos diferentes métodos de cocção. Antes do cozimento o cará não apresentou diferença significativa na coloração das amostras. Após a cocção o teste realizado no micro-ondas apresentou maior luminosidade e cor amarela mais intensa quando comparado aos demais tratamentos. O tempo de cozimento mostrou diferença significativa entre tratamentos, sendo que em micro-ondas apresentou menor tempo de cocção, maior perda de água e maior valor de força de corte. Desta forma conclui-se que o teste de cocção influencia nas propriedades físicas do cará.

Palavras-chave: Cor. Cozimento. Hortaliça não convencional. Textura.

Introdução

O cará é uma hortaliça não convencional pertencente à família Dioscoreaceae, gênero *Dioscorea* e possui aproximadamente 600 espécies, das quais cerca de 50 são comercialmente cultivadas para alimentação humana (FALADE; AYETIGBO, 2015). É uma boa fonte de nutriente e de fácil disponibilidade, proporcionando benefícios à população.

¹ Discentes, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG/ICA

² Professor, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG/ICA

*Autor para correspondência: nubiafernandes18@gmail.com

O cará é rico em carboidratos, especialmente o amido, que é a principal reserva energética dos vegetais e a principal fonte de carboidratos da dieta humana. O vegetal também possui vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina), vitaminas A e C (ácido ascórbico), e apreciáveis teores de proteína e de gordura (HUANG *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.* 2007).

Segundo o Manual de Hortaliças não Convencionais do Ministério da Agricultura (MAPA, 2010), o cultivo das hortaliças não convencionais tem diminuído de forma significativa, resultado do consumo gradativo de alimentos industrializados, acarretando mudanças no padrão alimentar dos brasileiros e perdas de características culturais e de identidade com o consumo de alimentos locais e regionais. O cará é uma hortaliça muito importante em regiões tropicais, devido à sua resistência a altas temperaturas, “déficits” hídricos, alta eficiência de utilização de nutrientes e a alta capacidade de conservação pós-colheita em condições ambientes (BRASIL, 2015).

Os principais desafios pós-colheita de hortaliças é a redução do enorme volume de perdas em toda a cadeia produtiva e a manutenção da qualidade dos produtos entre a colheita e o consumo de modo a garantir um alimento de alta qualidade organoléptica e nutricional para a população brasileira (EMBRAPA, 2013). Os métodos de cocção é um dos principais fatores determinantes na qualidade física das hortaliças. A aplicação de calor no alimento possibilita características bem definidas em termos de cor, sabor, consistência, rendimento, composição química e conservação.

Nos distintos métodos de cozimento, as formas de transferência de calor, a temperatura, a duração do processo, e o meio de cocção são alguns fatores responsáveis pelas alterações químicas e físicas que podem modificar o valor nutricional dos alimentos, promover alterações no flavor, cor e textura (ARAÚJO *et al.*, 2008; GONÇALVES; LEMOS, 2005).

Sendo a cocção um processo que compreende todas as trocas químicas, físicas e estruturais dos componentes dos alimentos, provocado intencionalmente por efeito do calor, esse processo fragmenta as estruturas alimentares, melhorando assim a palatabilidade e a digestibilidade (MAZZEO *et al.*, 2011, GONÇALVES *et al.*, 2011). Segundo estudos sobre métodos de cocção, a temperatura, tempo e tipo de cocção influenciam diretamente na quantidade final de nutrientes (KAWASHIMA; VALENTE, 2005). Dentre os métodos de aplicação de calor os mais utilizados são as cocções a vapor, imersão e forno micro-ondas (SILVA; LOPES ;VALENTE-MESQUITA, 2006).

Uma dieta rica em verduras e legumes é fundamental para a prevenção de doenças crônicas (SCHEIBLER *et al.*, 2010). Incentivar o consumo do cará é de suma importância, pois previne diversas carências nutricionais, além disso é uma hortaliça de baixo custo de aquisição e fácil cultivo.

Tendo em vista que o cará é uma hortaliça não convencional rico em nutrientes importantes, faz-se necessário o desenvolvimento de trabalhos visando a investigação e comparação dos efeitos

dos vários métodos de cocção disponíveis, uma vez que são escassas pesquisas sobre a alteração da cor, textura, tempo de cozimento e absorção de água. Tornam-se então fundamentais estudos específicos para a verificação da influência dos métodos de cocção nas propriedades físicas do cará, contribuindo para o conhecimento da melhor forma de prepará-lo.

Diante do exposto, objetivou -se avaliar as propriedades físico-químicas do cará submetido a diferentes métodos de cocção (Mattson, vapor, imersão e micro-ondas).

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Geras, ICA-UFGM, em Montes Claros - MG. O cará foi adquirido no mercado local e armazenado sob refrigeração até a preparação.

O material foi selecionado, lavado, higienizado, descascado e posteriormente cortado.

As amostras foram cortadas em forma de cubos de 1,5x1,5x1,5 cm com auxílio de uma forma e submetidas a posteriores testes de cozimento. Foram utilizados 16 cubos da hortaliça para cada repetição.

Para o cozimento utilizando o cozedor de Mattson, foi utilizado o equipamento de aço inoxidável composto por 16 varetas, calibradas com 40 g, na qual se deslizam sobre duas placas perfuradas. Para a determinação do tempo de cozimento as amostras foram dispostas sob as varetas, e imersas em um depósito contendo 4 litros de água a 100 °C. Imediatamente foi cronometrado o tempo necessário para que 60% mais um das varetas perfurem as amostras (10 varetas).

Para a cocção por imersão a hortaliça foi cortada em cubos, sendo estas imersas em uma panela de aço inox contendo 4 litros de água em ebulição. O tempo de cozimento foi aferido através da textura obtida.

Para a cocção a vapor, as amostras foram cortadas em cubos e colocadas em uma cesta de 10 cm de diâmetro, posta sobre uma panela contendo 4 litros de água em ebulição.

Para o cozimento em micro-ondas foi utilizado o aparelho da marca Electrolux, onde as hortaliças foram dispostas em placas de vidro e expostas por um determinado tempo até o cozimento.

O tempo de cozimento da hortaliça nos métodos de cocção por imersão, vapor e micro-ondas foi avaliado espetando a amostra com auxílio de um garfo, onde a hortaliça não oferecia resistência a força de penetração.

A análise de absorção de água foi determinada em função da quantidade de água absorvida/perdidas durante o processo de cozimento.

A cor foi avaliada instrumentalmente mediante um colorímetro da marca Konica Minolta utilizando a escala CIELAB (L^* , a^* e b^*). O valor L^* representa a luminosidade da amostra, indo de 0 (totalmente escura) à 100 (totalmente clara); já a coordenada a^* representa (-) verde e (+) vermelho, e a coordenada b^* representa (-) azul e (+) amarelo. Antes de realizar as medidas, o equipamento foi calibrado utilizando-se padrões de cor fornecidos pelo fabricante. Foram realizadas leituras em quadruplicata das amostras.

Para análise de textura, foi utilizado um penetromêtro (Instrutherm PTR-300) adaptado com uma lâmina onde foi medida a força (N) necessária para fazer o corte na hortaliça. Foram realizadas 10 leituras para cada amostra.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e quatro repetições. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando a Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias, ao nível de significância de 5%. O programa utilizado para as análises foi o SISVAR.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos da cor do cará submetidos a diferentes tratamentos antes e após o cozimento estão apresentados na Tabela 1.

Verifica-se que antes do cozimento não houve nenhuma diferença significativa entre os tratamentos nos parâmetros L^* , a^* e b^* ($p < 0,05$). Ao passo que após o cozimento apenas o tratamento realizado no micro-ondas se diferiu dos demais tratamentos, nos parâmetros L^* e b^* ($p < 0,05$).

Tabela 1 - Análise da cor do cará antes e após cozimento submetido a diferentes tratamentos.

Tratamento	Antes do cozimento			Após o cozimento		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Mattson	76.94 a	-2.39 a	10.25 a	67.53 a	-4.12 a	4.82 a
Imersão	75.22 a	-2.38 a	10.24 a	66.11 a	-3.68 a	4.48 a
Vapor	74.60 a	-2.35 a	10.09 a	69.14 a	-3.67 a	4.09 a
Micro-ondas	76.70 a	-2.27 a	6.67 a	73.45 b	-3.63 a	9.12 b

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas pelas letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância.

Em relação a luminosidade (L^*) dos tratamentos constatou-se valores na faixa de 74,60 a 76,94 evidenciando uma coloração mais clara que é característico do cará. Estes dados estão em

conformidade com Santos (2016), que estudando as propriedades do cará-roxo relatou valores de luminosidade (L^*) entre 76,0 a 84,8. Pode-se verificar também que o cará apresentou tendência a cor amarela representada pelos valores de b^* (na faixa de 6,67 a 10,25). Tal fato que pode estar relacionado a presença de carotenoides.

Observa-se nessa tabela (Tabela 1) que a luminosidade após o cozimento para os tratamentos Mattson, imersão e vapor atingiram os menores valores o que significa que houve maior escurecimento. A coordenada b^* também resultou em menores valores o que evidencia perda do tom amarelo. Em relação a coordenada a^* os valores situam-se próximo a -3 o que significa presença da cor verde amarelada. A alteração da cor nestes tratamentos pode ter sido potencializada pelo binômio tempo e temperatura que ficaram expostas as amostras, o que pode ter facilitado a reação de Maillard que ocorre entre açúcares redutores e aminoácidos levando à formação das melanoidinas que resultam em compostos escuros (FELLOWS, 2006). Dubois, Savage e Martin (2006), estudando batatas antes e após cozimento constataram mudança na cor, onde a polpa da batata após a cocção apresentou redução da intensidade da cor amarela, assim como, também foi evidenciado neste estudo.

O tempo de cozimento do cará nos tratamentos apresentam diferença significativa (Tabela 2), sendo que o tratamento em micro-ondas apresentou menor tempo de cocção (3 min) e o tratamento a vapor maior tempo (14, 47 min) ($p < 0,05$).

Em relação a absorção de água, os carás submetidos à cocção pelo método de micro-ondas perderam mais água ($p < 0,05$).

A textura do cará em todos os tratamentos apresentou a mesma força de corte exceto o tratamento em micro-ondas que resultou em maior força de corte (11,52 N), ou seja, textura mais rígida ($p < 0,05$).

Tabela 2 - Análise do tempo de cozimento, absorção de água e textura do Cará submetido a diferentes métodos de cocção.

Tratamento	Tempo de cozimento (min)	Absorção/perda de água (g)	Textura (N)
Mattson	8.72 c	-0,35 b	4.03 a
Imersão	6.33 b	-0,71 b	4.18 a
Vapor	14.47 d	-0,64 b	4.62 a
Micro-ondas	3.00 a	-2,21 a	11.52 b

Fonte: Dos autores, 2019

Nota: Médias seguidas pelas letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância.

Observa-se neste estudo que os tratamentos com maiores tempo de cozimento tiveram os menores valores de força de corte sendo a textura mais macia, o que pode estar relacionado a mudanças na estrutura da rede celular, uma vez quando aquecido resulta em perda de água e gelificação do amido, assim como constatado por Chiavaro *et al.* (2006) em estudo com batatas cozidas. Segundo Rodrigues (2009) maiores tempos de cozimento, podem favorecer a lixiviação do amido do cará, principalmente das moléculas de amilose, que saem dos grãos de amido no processo de gelatinização afetando a água e a textura do produto.

Conclusão

O método de cocção por micro-ondas influenciou nas propriedades físicas de absorção de água e textura. Já a propriedade tempo cozimento é afetada pelos métodos de cozimento utilizados.

No parâmetro da cor as coordenada L* e b* sofreram alterações influenciadas pelo método de cozimento por micro-ondas.

Referências

- ARAÚJO, W. M. C. *et al.* **Alquimia dos alimentos**. 2 ed. Brasília, DF, editora SENA, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Alimentos regionais brasileiros / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015. 484 p.
- CHIAVARO, E; BARBANTI, D; VITTADINI, E; MASSINI, R; The effect of different cooking methods on the instrumental quality of potatoes (cv. Agata). **Journal of Food Engineering**, v. 77, p.169–178, 2006.
- DUBOIS, M.; SAVAGE, G. P.; MARTIN, R. J. The effect of cooking on the composition and colour of New Zealand grown oca. **Food chemistry**, vol. 104, n. 2, p. 768-773, 2007.
- EMBRAPA. Horticultura brasileira. **Rev. Assoc. Brasileira de Horticultura**. v. 31, n. 4, out.-dez. 2013.
- FALADE, K. O.; AYETIGBO, O. E. Effects of annealing, acid hydrolysis and citric acid modifications on physical and functional properties of starches from four yam (*Dioscorea spp.*) cultivars. **Food Hydrocolloids**, v. 43, p. 529-539, 2015.
- FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: Princípios e práticas**. 2 ed . Porto Alegre: Artmed, 2006, 602p.
- GONÇALVES, G. A. S.; BOAS, E. V. B. V., RESENDE, J. V. de; MACHADO, A. L. L.; BOAS, B. M. V. Qualidade dos frutos do pequizeiro submetidos a diferentes tempos de cozimento. **Ciência e agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p. 377-385, 2011.
- GONÇALVES, J. R.; LEMOS, A. L. S. C. Efeitos do grau de cozimento na qualidade de cortes de *Supraspinatus* acondicionado a vácuo em embalagens cook-in. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** V 2, n. 25, p. 358-362, 2005.

- HUANG, C. C.; CHIANG, P. Y.; WANG, C. C. Chemical compositions and enzyme activity changes occurring in yam (*Dioscorea alata* L.) tubers during growth. *LWT – Food Science and Technology*, v. 40, p. 1498–1506, 2007.
- KAWASHIMA, L. M.; VALENTE, L. M. S. Efeito do tempo de branqueamento na extração seletiva de elementos do substituto de espinafre (*Tetragonia expansa*) comumente empregado no Brasil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 3, n. 25, p. 419-424, 2005.
- MAPA. Manual de hortaliças não-convencionais, Brasília, 92p. 2010.
- MAZZEO, T. *et al.* Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidante capacity and colour of selected frozen vegetables. **Food Chemistry**, v. 128, p. 627–633, 2011.
- OLIVEIRA, A. P.; BARBOSA, L. J.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. E. L.; OLIVEIRA, N. A. P. Produção de rizóforos comerciais de inhame em função de doses de nitrogênio. Brasília. **Horticultura Brasileira**. v. 25, n. 1, p. 73-76, 2007.
- RODRIGUES, L. G. G. **Processo integrado de cozimento e resfriamento de legumes**. Florianópolis, 2009. Dissertação (Graduação em engenharia de alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina.
- SANTOS, S. J. L. **Caracterização das propriedades do amido de cará-roxo (*Dioscorea trifida*) obtido por diferentes métodos de extração**. 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.
- SILVA, P. T.; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA V. L. Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de ácido ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geleia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 678-682, 2006.
- SCHEIBLER, J.; MIRANDA, E. E.; BOSCO, S. M.; MARCHI, M. I. Quantificação de micronutrientes em vegetais submetidos a diferentes métodos de cocção para doente renal crônico. **Conscientiae Saúde**, vol.9. n.4. 2010.

Capítulo 21

Otimização das propriedades mecânicas e solubilidade de filmes biodegradáveis de farinha de fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* A. St.-Hil)

Amanda Tibães Lopes*¹; Ludmilla Batista Louzada¹; Franciele Maria Pelissari²

Resumo

Foram produzidos filmes biodegradáveis a partir de farinha de fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* A. St.-Hil) pelo processo de casting utilizando o glicerol como agente plastificante. Procedeu-se um estudo sobre a influência das condições de processo: concentração de glicerol (Cg), temperatura de processo (Tp) e temperatura de secagem (Ts) sobre as propriedades mecânicas e de solubilidade em água dos filmes, empregando-se um delineamento composto central rotacional (DCCR) 2³. Os resultados foram analisados estatisticamente por metodologia de curvas de contorno e função de desejabilidade e as condições ótimas de processo dos filmes foram determinadas. O estudo revelou que as variáveis de processo influenciaram significativamente ($p < 0,10$) as propriedades mecânicas (tensão, alongação e módulo de Young) e solubilidade em água dos filmes, exceto pela temperatura de processo para o módulo de Young. A função desejabilidade permitiu encontrar as condições ótimas de processo para a elaboração dos filmes de farinha de fruta-de-lobo: Cg = 17,06 g/100 g de farinha, Tp = 85 °C e Ts = 53 °C, mostrando-se uma ferramenta eficaz para este estudo. Os filmes produzidos no ponto ótimo apresentaram 17,7 MPa de tensão na ruptura, 12,3% de alongação na ruptura, 612,4 MPa de módulo de Young e 33,2% de solubilidade em água.

Palavras-chave: Biomateriais. Curvas de contorno. Função desejabilidade. Planejamento experimental.

Introdução

Visando minimizar os impactos ambientais ocasionados pelas embalagens sintéticas, estudos acerca da utilização de polímeros naturais para a produção de embalagens biodegradáveis vêm sendo desenvolvidos, com destaque para o amido, devido a sua disponibilidade e baixo custo (LI *et al.*, 2018).

Filmes elaborados apenas com este polissacarídeo podem apresentar características indesejáveis, tais como serem quebradiços e sensíveis a umidade. Uma maneira de melhorar as características dos filmes é a utilização das farinhas como matéria-prima devido à presença nativa de proteínas, lipídeos, e alto teores de fibras

¹ Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFVJM

² Professora, Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM

e amido na composição das mesmas. Alguns autores têm estudado o potencial das farinhas de diversas fontes para a elaboração de filmes biodegradáveis, como por exemplo achira, banana e amaranto (ANDRADE-MAHECHA; TAPIA-BLÁCIDO; MENEGALLI, 2012; PELISSARI *et al.*, 2013; TAPIA-BLÁCIDO; SOBRAL; MENEGALLI, 2011).

Uma matéria-prima interessante e não convencional para a elaboração de filmes biodegradáveis é a fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* A. St.-Hil), fruta típica da região do Cerrado que se desenvolve em ambientes hostis em relação ao solo e clima (KLINK; MACHADO, 2005).

Este estudo foi realizado com o objetivo de determinar as condições ótimas de processo para obtenção de filmes de farinha de fruta-de-lobo considerando a influência da concentração de glicerol (Cg), temperatura de processo (Tp) e temperatura de secagem (Ts) sobre as propriedades mecânicas e de solubilidade em água dos filmes.

Material e métodos

Produção dos filmes

Os filmes biodegradáveis foram elaborados de acordo com a técnica de casting, que consiste na aplicação da solução filmogênica (SF) sobre um molde (PELISSARI *et al.*, 2013). A metodologia consistiu na homogeneização de uma solução aquosa contendo 4% (p/p, em base seca) de farinha de fruta-de-lobo em um agitador magnético (modelo TE-0851, Tecnal) durante 30 minutos. Em seguida, realizou-se o aquecimento desta solução até a temperatura de processo (Tp: 75 a 90 °C). Assim que a SF atingiu o valor de Tp foi adicionado o glicerol como plastificante (Cg: 15 a 30 g de glicerol/100 g de farinha), mantendo-se a solução nesta temperatura por 15 minutos. Após esta etapa, 70 g da solução foram vertidas em placas de acrílico (18 x 21 cm). Os filmes foram então submetidos à secagem em estufa de convecção forçada (Ts: 40 a 70 °C).

Análises de propriedades mecânicas

Os filmes secos foram acondicionados sob umidade relativa de 58% a 25 °C por 48h. As propriedades mecânicas foram realizadas em um texturômetro (Stable Micro Systems, modelo TA.TX Plus, Surrey, Inglaterra). Os parâmetros foram selecionados de acordo com o método padrão D882-12 (ASTM, 2002), sendo realizado seis determinações por cada amostra. Os corpos de prova foram cortados em dimensões de 10 mm de largura e 50 mm de comprimento e submetidos ao teste de tração com velocidade de 1,0 mm/s, partindo-se de uma separação inicial de 30 mm até a ruptura do filme. A tensão na ruptura e a alongação na ruptura foram

obtidas diretamente da curva de tensão em função da elongação, e o módulo de Young foi obtido pela tangente na região linear da curva.

Análise de solubilidade em água

A solubilidade foi determinada conforme metodologia na qual três discos de cada amostra de massa seca inicial conhecida e com 1,9 cm de diâmetro foram imersos em 50 mL de água destilada a 25 °C por 24 horas, sob agitação esporádica (GONTARD *et al.*, 1994). A matéria sólida insolúvel foi obtida por filtração e levada à secagem em estufa a 105 °C por 24 horas para determinação da massa seca final da amostra. As análises foram conduzidas em quadruplicata e os valores encontrados foram submetidos à Equação 1 a fim de obter a porcentagem de material solubilizado.

$$\%S = \frac{(m_i - m_f)}{m_i} * 100 \quad (1)$$

Onde: %S: porcentagem de material solubilizado; m_i : massa seca inicial da amostra (g) e m_f : massa seca final da amostra (g).

Planejamento experimental

Empregou-se um delineamento composto central rotacional (DCCR) 2^3 , totalizando 17 ensaios, dos quais oito são ensaios fatoriais, seis axiais e três pontos centrais. Estudou-se três variáveis independentes: X_1 - Concentração de glicerol (Cg - 15 a 30 %), X_2 - Temperatura de processo (Tp - 75 a 90 °C) e X_3 - Temperatura de secagem (Ts - 40 a 70 °C). Os níveis codificados das variáveis independentes variaram de -1,68 a +1,68. As variáveis dependentes foram tensão na ruptura, elongação na ruptura, módulo de Young e solubilidade em água. Os dados experimentais foram tratados estatisticamente através de análise de variância (ANOVA) e a metodologia de curvas de contorno foi aplicada com a utilização do software Statistica 7.0 (StatSoft Inc, Oklahoma, EUA), utilizando nível de significância de 10%.

Otimização e validação das condições de processo para elaboração de filmes

Através da metodologia de curvas de contorno e da função desejabilidade (DERRINGER; SUICH, 1980), foram obtidos os valores das condições ótimas de processo e os valores preditos para as variáveis resposta. As propriedades almeçadas para o filme foram de alta tensão, elongação e módulo de Young (atribuindo o nível

1 na função desejabilidade) e baixa solubilidade em água (atribuindo nível 0). Para validação do DCCR é necessário que os valores experimentais sejam próximos dos valores preditos e obtenha desvios relativos satisfatórios.

Resultados e discussão

Planejamento experimental

Para determinar se as equações ajustadas são preditivas, o valor da razão de F calculado para as regressões relacionadas aos resíduos ($F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$) deve ser superior a 1, ou seja, o valor de $F_{\text{calculado}}$ deve ser superior ao F_{tabelado} (KHURI; CORNELL, 1996), permitindo assim a construção das curvas de contorno. A Tabela 1 traz os resultados obtidos em relação às propriedades mecânicas e solubilidade em água dos filmes de acordo com o planejamento experimental, bem como o resumo da ANOVA, incluindo os coeficientes de determinação (R^2), os valores de p-valor e $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$, e os modelos matemáticos para as variáveis dependentes.

Os resultados sugerem que os modelos ajustados são adequados (significativos e preditivos) para as propriedades mecânicas e solubilidade em água, levando a uma regressão significativa, baixos valores residuais, nenhuma falta de ajuste e coeficientes de determinação satisfatórios.

A Figura 1 apresenta as curvas de contorno obtidas para as propriedades mecânicas e de solubilidade em água dos filmes de farinha de fruta-de-lobo.

A variável T_p afetou positivamente as propriedades de tensão na ruptura (Figura 1 - A e C) e alongação (Figura 1 - D e F), tornando os filmes mais flexíveis e resistentes mecanicamente. Temperaturas de processo intermediárias à altas (82,5 – 90 °C) facilitaram a absorção da água pelos grânulos de amido, promovendo um aumento da viscosidade e auxiliando na formação de uma estrutura mais coesa nos filmes. Pelissari *et al.* (2013) elaboraram filmes de farinha da banana e descreveram resultados similares quando relacionaram a temperatura de gelatinização com as propriedades mecânicas. Não houve influência significativa ($p > 0,1$) da variável de processo T_p sob a propriedade módulo de Young, conforme pode ser observado pelo modelo matemático (Y_3) e Figura 1 (G e I).

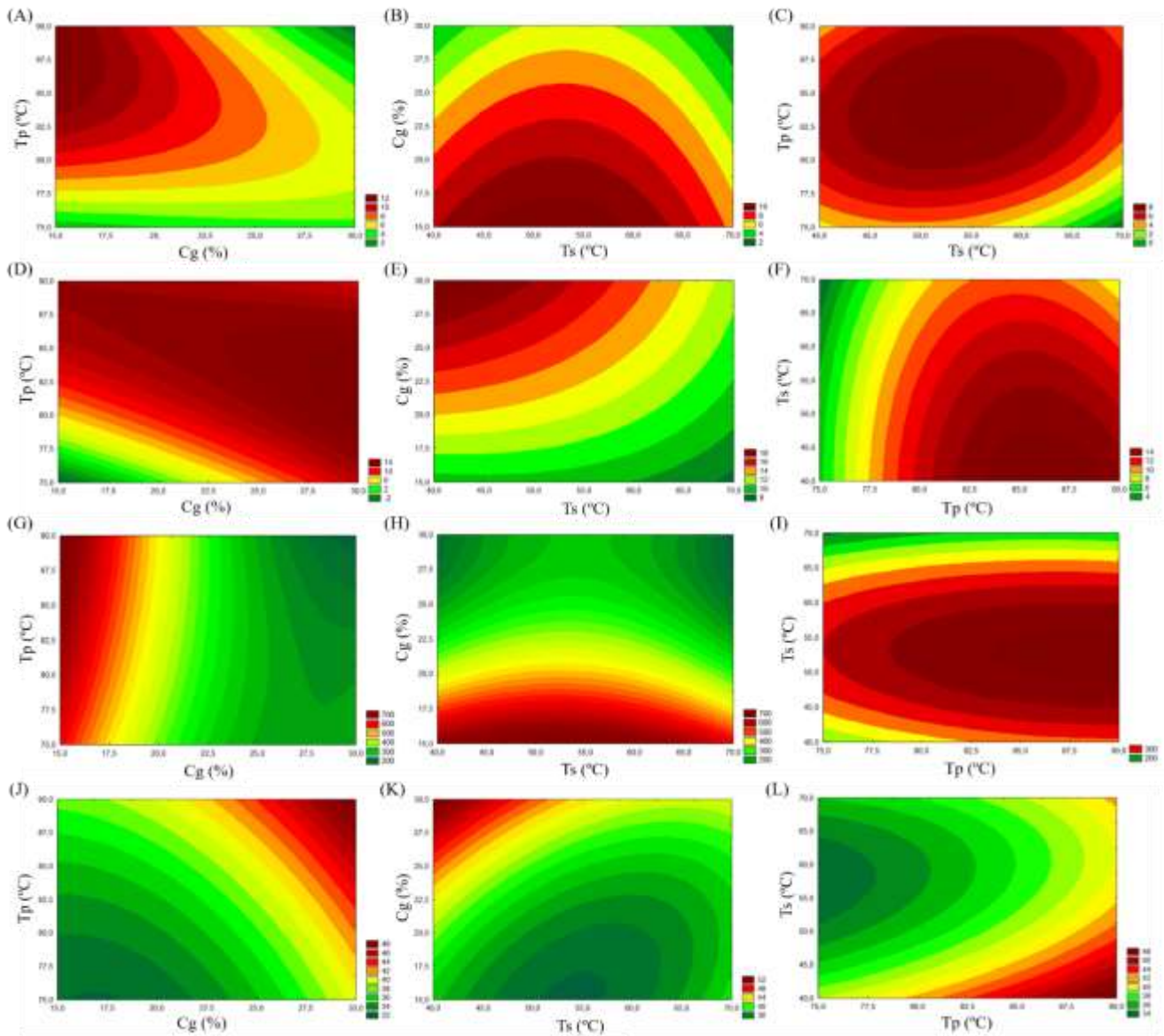
Tabela 1 – Resultados do delineamento composto central, modelos matemáticos das variáveis dependentes e análise de variância

Ensaio	Variáveis dependentes			
	Y ₁ Tensão na ruptura (MPa)	Y ₂ Elongação (%)	Y ₃ Módulo de Young (MPa)	Y ₄ Solubilidade em água (%)
1	8,52 ± 0,87	7,59 ± 0,54	429,13 ± 14,73	33,65 ± 0,78
2	5,76 ± 0,28	11,75 ± 0,73	281,06 ± 25,09	41,12 ± 1,82
3	9,23 ± 0,32	12,84 ± 0,78	519,20 ± 14,22	39,49 ± 0,31
4	4,92 ± 0,33	17,05 ± 0,63	197,15 ± 7,49	47,46 ± 0,84
5	4,33 ± 0,65	2,89 ± 0,64	444,66 ± 43,27	34,41 ± 0,92
6	5,20 ± 0,34	11,53 ± 1,58	247,03 ± 24,83	36,40 ± 1,32
7	10,17 ± 0,34	13,17 ± 0,38	442,00 ± 7,21	37,72 ± 1,01
8	3,01 ± 0,18	8,93 ± 0,61	234,26 ± 34,39	42,26 ± 0,21
9	9,73 ± 0,48	8,79 ± 0,43	752,73 ± 9,99	33,24 ± 0,74
10	4,71 ± 0,39	16,77 ± 0,97	134,53 ± 9,19	43,58 ± 1,19
11	1,18 ± 0,15	3,98 ± 0,82	248,50 ± 22,23	34,06 ± 0,70
12	7,30 ± 0,68	12,64 ± 0,72	359,03 ± 23,85	39,53 ± 1,04
13	4,98 ± 0,77	14,29 ± 1,47	266,58 ± 12,73	42,99 ± 1,33
14	4,36 ± 0,40	10,66 ± 1,60	160,76 ± 14,64	37,21 ± 0,84
15	8,89 ± 1,67	13,18 ± 2,70	352,60 ± 26,88	35,24 ± 0,85
16	7,55 ± 0,62	13,68 ± 0,70	336,43 ± 1,55	36,44 ± 0,48
17	8,24 ± 0,15	12,16 ± 1,66	321,73 ± 25,56	36,94 ± 0,74
Modelo matemático	8,03 - 1,60X ₁ + 1,01X ₂ - 1,12X ₂ ² - 0,97X ₃ ² - 1,20X ₁ X ₂	12,61 + 1,92X ₁ + 2,40X ₂ - 1,64X ₂ ² - 1,38X ₃ - 1,60X ₁ X ₂	328,51 - 140,24X ₁ + 45,88X ₁ ² - 35,43X ₃ ²	36,58 + 2,89X ₁ + 0,79X ₁ ² + 2,24X ₂ - 1,51X ₃ + 1,39X ₃ ² - 1,11X ₁ X ₃
R ²	0,78	0,87	0,88	0,96
p-valor	< 0,005	< 0,001	< 0,00001	< 0,00001
F _{calculado} /F _{tabelado}	3,17	6,40	12,89	15,92

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: X₁ = concentração de glicerol (g/100 g de farinha), X₂ = temperatura de processo (°C), X₃ = temperatura de secagem (°C). R²: coeficiente de determinação.

Figura 1 – Curvas de contorno para tensão na ruptura (A, B, C), alongação (D, E, F), módulo de Young (G, H, I) e solubilidade em água (J, K, L) em função da concentração de glicerol e temperatura de processo ($T_s = 55\text{ °C}$) (A, D, G, J), concentração de glicerol e temperatura de secagem ($T_p = 82,5\text{ °C}$) (B, E, H, K) e temperatura de processo e temperatura de secagem ($C_g = 22,5\%$) (C, F, I, L)



Fonte: Dos autores, 2019.

Ao avaliar a T_s observou que baixas à intermediárias temperaturas de secagem ($40 - 55\text{ °C}$) promoveram um aumento na tensão na ruptura, alongação e módulo de Young dos filmes tornando-os mais flexíveis e resistentes mecanicamente. Temperaturas de secagem próximas a 55 °C , resultaram nos valores máximos para tensão e módulo de Young (Figura 1 - C e I), entretanto não houve interferência na resposta para a alongação (Figura 1 - F). Baixas à intermediárias T_s implicam em um maior tempo de secagem para os filmes, sendo este

tempo primordial para que ocorra as interações entre as moléculas, favorecendo a formação de uma matriz mais estável e coesa nos filmes.

Através do modelo matemático (Y_4), observou-se que a medida que C_g e T_p aumentaram e a T_s diminuiu, filmes mais solúveis foram produzidos. A molécula de glicerol apresenta três grupamentos hidroxilas, os quais em solução filmogênica tende a maior interação com as moléculas de água, justificando assim a maior solubilidade dos filmes neste estudo. Santos (2009) elaborou filmes de amido a partir da fruta-de-lobo e constatou que o aumento da C_g resultou em filmes com maior solubilidade, enquanto menores temperaturas de secagem e altos valores de C_g originou filmes mais solúveis, comportamento semelhante ao apresentado neste estudo.

Maiores temperaturas de processo e menores temperaturas de secagem (Figura 1 - L) geraram filmes mais solúveis em água. Além disso, maiores T_p favorecem a solubilidade dos filmes (Figura 1 - J). Tapia-Blácido, Sobral e Menegalli (2011) realizaram um estudo sobre a influência da concentração do plastificante e temperatura de processo (T_p) sobre as propriedades mecânicas e de solubilidade dos filmes de farinha de amaranto para a sua otimização e concluíram que o aumento de T_p (73 a 87 °C) favoreceu a gelatinização completa dos grânulos, produzindo assim filmes mais solúveis.

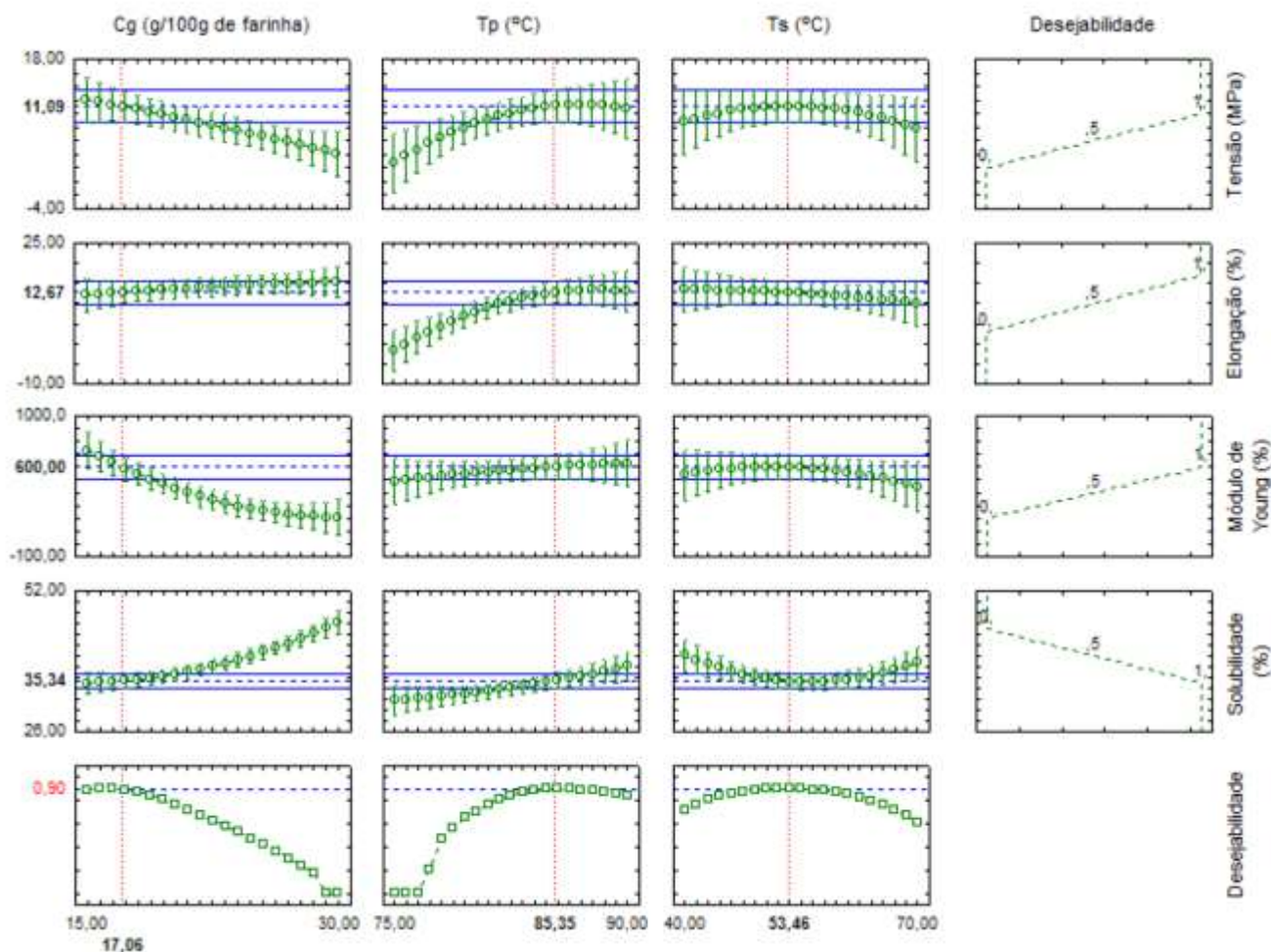
Otimização e validação das condições de processo para elaboração de filmes

Como resultado da otimização multiresposta, para cada variável independente foram obtidos os perfis preditos para as variáveis respostas os quais apresentaram modelos matemáticos válidos com os seus respectivos perfis da função desejabilidade (Figura 2).

As condições ótimas de processo que atingiram um valor de desejabilidade global máximo ($R^2 = 0,90$) são: 17,06 g/100 g de farinha para C_g , 85 °C para T_p e 53 °C para T_s , com variáveis respostas preditas de: 11,09 MPa para tensão na ruptura, 12,67% para alongação, 600,00 MPa para módulo de Young e 35,34% para solubilidade. Os valores experimentais obtidos na validação do processo foram de: 10,74 MPa (tensão na ruptura), 12,30% (alongação), 612,43 MPa (módulo de Young) e 33,22% (solubilidade).

Na validação o valor apresentado para a variável solubilidade foi inferior ao valor predito pela função desejabilidade, promovendo a produção de um filme menos solúvel em água. A redução desta propriedade está associada a menor alongação e maior módulo de Young obtida quando comparado com o valor predito.

Figura 2 – Otimização simultânea das condições de processo de filmes de farinha de fruta-de-lobo em função das variáveis de processo, variáveis respostas previstas e perfis de desejabilidade



Fonte: Dos autores, 2019.

Os valores de desvio relativo obtidos para as respostas foram: -3,22 (tensão na ruptura); -2,97 (elongação); -1,20 (módulo de Young) e -6,37 (solubilidade). Como resultado da otimização, as propriedades do filme de farinha de fruta-de-lobo apresentaram valores muito semelhantes aos esperados com baixos desvios relativos, sendo altamente satisfatório.

Conclusão

A técnica de otimização por DCCR e função desejabilidade foi útil para o entendimento completo do processo de produção de filmes biodegradáveis, possibilitando a produção de filmes com as características desejadas dentro dos limites estudados. As condições de processo (concentração de glicerol, temperatura de

processo e temperatura de secagem) tiveram influência significativa ($p < 0,10$) sobre as propriedades dos filmes (mecânicas e solubilidade em água), exceto pela temperatura de processo para a propriedade módulo de Young. A função desejabilidade permitiu encontrar as condições ótimas do processo de *casting*: $C_g = 17$ g/100 g de farinha, $T_p = 85$ °C e $T_s = 53$ °C e valores experimentais de tensão na ruptura de 10,7 MPa, alongação de 12,3%, módulo de Young de 612,4 MPa e solubilidade em água de 33,2%, conduzindo a filmes mais resistentes, de menor solubilidade em água e flexibilidade satisfatória.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e à Capes pela bolsa de mestrado.

Referências

- ANDRADE-MAHECHA, M. M.; TAPIA-BLÁCIDO, D. R.; MENEGALLI, F. C. Development and optimization of biodegradable films based on achira flour. **Carbohydrate Polymers**, v. 88, p. 449-458, 2012.
- ASTM – American Society for Testing and Materials. Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting (D882-02). In: **Annual Book of ASTM Standards**. Philadelphia, USA: ASTM, 2002.
- DERRINGER, G.; SUICH, R. Simultaneous optimization of several response variables. **Journal of Quality Technology**, v. 12, n. 4, p. 214-219, 1980.
- GONTARD, N. *et al.* Edible composite films of wheat gluten and lipids-water-vapor permeability and other physical properties. **International Journal of Food Science and Technology**, v.29, n.1, p.39-50, 1994.
- KHURI, A. J.; CORNELL, F. A. **Response surfaces: Design and analyses**. 2nd ed. New York, USA: Marcel Dekker, 1996.
- KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Revista Megadiversidade**, v.1, n.1, p.149-155, 2005.
- LI, L. *et al.* Development and characterization of irradiated-corn-starch films. **Carbohydrate Polymers**, v.194, p. 395-400, 2018.
- PELISSARI, F. M. *et al.* Optimization of process conditions for the production of films based on the flour from plantain bananas (*Musa paradisiaca*). **LWT - Food Science and Technology**, v. 52, p. 1-11, 2013.
- SANTOS, A. P. **Extração e caracterização do amido do fruto-do-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) e elaboração de filmes biodegradáveis**. Dissertação (Mestrado em Ciências Moleculares) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Goiás, 2009.
- TAPIA-BLÁCIDO, D. R.; SOBRAL, P. J. A.; MENEGALLI, F. C. Optimization of amaranth flour films plasticized with glycerol and sorbitol by multi-response analysis. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 1731-1738, 2011.

Capítulo 22

Desenvolvimento de bebida à base de derivados de coco verde

Larissa de Farias Dias*¹; Jéssica Caroline Araujo Silva²; Renata Torrezan³; Daniela De Grandi Castro Freitas-Sá⁴; Suely Pereira Freitas⁵, Virgínia Martins da Matta⁶

Resumo

Face ao grande desperdício da polpa de coco verde nas indústrias de envasamento de água de coco, o presente trabalho teve como objetivo elaborar uma bebida contendo apenas albúmen sólido (polpa) e albúmen líquido (água) do coco verde como ingredientes. Após uma seleção preliminar, duas formulações com diferentes proporções de água de coco e polpa de coco verde (80:20 e 50:50) foram elaboradas. As mesmas foram submetidas a tratamento térmico em pasteurizador de superfície raspada (84 °C/40 s), envasadas a frio em garrafas plásticas e armazenadas sob congelamento a -18 °C até a sua utilização. As formulações foram submetidas à caracterização físico-química (pH, sólidos solúveis e acidez), qualidade microbiológica e análise sensorial (aceitação global, consistência, doçura e intenção de compra). A formulação da bebida pasteurizada contendo 80% de água de coco e 20% de polpa de coco verde apresentou pH igual a 5,20 e 5,83 °Brix, atendeu aos padrões microbiológicos e alcançou as maiores notas médias de aceitação e de índice de intenção de compra.

Palavras-chave: Albúmen líquido. Albúmen sólido. Coproduto. Físico-química. Sensorial.

Introdução

A cultura do coco (*Cocos nucifera L.*) se destaca em todos os países produtores, já que diferentes produtos podem ser obtidos a partir dessa palmeira, fazendo com que seja um recurso

¹Bolsista de mestrado do programa de pós-graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

²Bolsista de treinamento e capacitação técnica (nível cinco) - FAPERJ.

^{3,4,6} Pesquisadora, Embrapa Agroindústria de Alimentos.

⁵ Professora Adjunta, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

vegetal de importância em termos mundiais. O seu uso, de forma sustentável, tem impacto econômico, social e ambiental (MARTINS; JESUS JUNIOR, 2011).

O consumo crescente da água de coco (albúmen líquido) e sua industrialização geram uma quantidade considerável de resíduos, que representam um grave problema ambiental. De acordo com Venturini Filho (2010) quase 70% do lixo gerado nas praias do Nordeste é composto de cascas de coco verde com a polpa.

A reutilização desse resíduo tem sido relatada em pesquisas científicas e discutida em diversos setores da sociedade, visando o desenvolvimento de diferentes produtos (BITENCOURT; PEDROTTI, 2008). Contrariamente ao que é observado para a fibra da casca, o aproveitamento da polpa do coco verde (albúmen sólido) ainda não é muito considerado nas pesquisas recentes.

O albúmen sólido do coco verde anão, com idade de 8,5 meses, corresponde a aproximadamente 3,32% do peso do fruto, o que significa que a quantidade de polpa de coco verde que pode vir a ser descartada pela indústria é bastante elevada. Isto mostra o potencial econômico do aproveitamento deste coproduto e possibilita a aplicação no desenvolvimento de diferentes produtos alimentícios, como doces, sorvetes, iogurtes e bebidas (BENASSI *et al.*, 2007; LAVOYER *et al.*, 2013).

O crescente aumento do consumo de coco no Brasil e em outros países torna importante o desenvolvimento de métodos para industrialização e conservação dos produtos extraídos do fruto. Assim, justifica-se o desenvolvimento de técnicas de processamento que permitam viabilizar a sua comercialização para locais distantes de sua origem, além da obtenção de um produto que preserve ao máximo suas características naturais (MAGALHÃES *et al.*, 2005).

Os métodos de conservação têm como função a inibição da ação enzimática e a garantia da estabilidade microbiológica da água e da polpa após a abertura do fruto (ARAGÃO; ISBERNER; CRUZ, 2001).

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma bebida à base de coco verde, visando o aproveitamento integral dos albúmens líquido e sólido do fruto.

Material e métodos

O procedimento experimental foi realizado nas Plantas Pilotos de Operações Unitárias e Laboratórios da Embrapa Agroindústria de Alimentos, localizada no Rio de Janeiro, RJ.

Os cocos verdes da variedade anã foram adquiridos no bairro de Guaratiba, município do Rio de Janeiro, em um estágio de maturação estimado em torno do sexto/sétimo mês. Os frutos foram lavados e sanitizados em solução contendo 200 mg/L de cloro livre por 15 min.

A extração do albúmen líquido foi realizada com auxílio de uma bomba mecânica através de um orifício localizado na parte superior do fruto para evitar o contato direto entre o albúmen líquido e o mesocarpo. A água de coco foi acondicionada em recipientes de cinco litros e imediatamente congelada, para posterior utilização na formulação da bebida. A remoção do albúmen sólido foi feita de forma manual com auxílio de colheres de aço inoxidável. Após a extração, o albúmen sólido do coco verde foi homogeneizado em ultra processador (Nutri Ninja™, modelo BL492BR30, China) e, em seguida, acondicionado em embalagens de alumínio e armazenado em câmara de congelamento a -18° C até a sua utilização.

A definição da melhor formulação da bebida contendo água e polpa de coco verde foi realizada por meio de um teste piloto, utilizando-se um planejamento de mistura simplificado (dois fatores) com cinco formulações (Tabela 1). Estas formulações foram avaliadas previamente quanto aos aspectos de aparência, sabor e consistência pela equipe envolvida no desenvolvimento do produto.

Tabela 1 – Planejamento de mistura para as bebidas de coco verde

Formulação	Quantidade (%)	
	Albúmen líquido	Albúmen sólido
F1	80	20
F2	20	80
F3	50	50
F4	66,7	33,3
F5	33,3	66,7

Fonte: Dos Autores, 2019.

Dentre as cinco formulações, duas foram selecionadas para a continuidade do trabalho, tendo como parâmetros o balanço doce/ácido e a consistência.

Na segunda etapa do trabalho, foram elaboradas as duas bebidas previamente selecionadas, homogeneizando-as em ultra processador (Nutri Ninja™, modelo BL492BR30, China). Em seguida, as bebidas foram submetidas à pasteurização em um trocador de calor de superfície raspada (FT25D, Armfield, Inglaterra), empregado para produtos viscosos, utilizando-se o binômio temperatura-tempo

de 84 °C/40s. A bebida foi envasada a frio em garrafas plásticas com tampas rosqueáveis e imediatamente congeladas a -18°C até o dia da análise sensorial.

Amostras das formulações das duas bebidas selecionadas, antes e após a pasteurização, foram avaliadas quanto à presença de *Salmonella*, contagem de coliformes termotolerantes (APHA, 2001) e características físico-químicas (pH – método 973.41, sólidos solúveis – método 932.14 e acidez total – método 942.15), conforme AOAC (2000).

A análise sensorial foi realizada em laboratório com 100 avaliadores, de ambos os sexos e idade variando de 18 a mais de 65 anos, entre funcionários e colaboradores da Embrapa Agroindústria de Alimentos. A aceitação global, da consistência e da doçura foram avaliadas utilizando uma escala hedônica de 9 pontos, variando de 1 – desgostei extremamente a 9 – gostei extremamente, segundo método descrito por Meilgard (1991). A análise foi realizada em cabines individuais, em computadores, por meio do programa Fizz Sensory[®] 2.47B. As amostras foram apresentadas de forma monádica, em ordem balanceada, em copos plásticos brancos de 50 mL, codificadas com números de três dígitos e servidas à temperatura de refrigeração (7 °C). Água mineral e biscoito água e sal foram oferecidos aos consumidores para limpeza do palato entre as amostras. Os avaliadores também responderam um questionário sobre dados sócios demográficos, questões sobre hábitos de consumo de produtos à base de coco e intenção de compra, que foram avaliados por meio de gráficos de frequência. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (processo 2.856.440).

Os dados foram tratados estatisticamente utilizando análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de significância, para verificação de diferença estatística entre as médias, utilizando o software Statistica 7.0 (Statsoft Inc., Tulsa, OK, EUA). Os dados da análise sensorial foram analisados no programa XLStat utilizando-se o teste t (bilateral) a 5% de significância para duas amostras independentes.

Resultados e discussão

As formulações selecionadas foram a F1, contendo 80% do albúmen líquido e 20% do albúmen sólido e a F3, com 50% de cada fração.

Na Tabela 2 estão apresentadas as características físico-químicas e microbiológicas das duas bebidas. Foi possível observar que ambas apresentaram, como esperado, pH elevado (superior a 4,5). Não foi detectada a presença de *Salmonella spp.* e a contagem de coliformes termotolerantes manteve-se dentro do limite estabelecido pela legislação (BRASIL, 2001).

É importante destacar que o teor de sólidos solúveis das bebidas desenvolvidas é proveniente apenas das matérias primas utilizadas, pois não houve adição de açúcar durante o processo de obtenção das mesmas.

Tabela 2 – Características físico-químicas e microbiológicas das bebidas de coco verde (antes e depois da pasteurização)

Características	Formulação			
	F1	F1P	F3	F3P
pH	5,10 ± 0,01 ^d	5,20 ± 0,01 ^c	5,33 ± 0,01 ^b	5,41 ± 0,01 ^a
Acidez (g ácido cítrico/100g)	0,07 ± 0,00 ^a	0,08 ± 0,01 ^a	0,08 ± 0,01 ^a	0,09 ± 0,02 ^a
Sólidos solúveis (°Brix)	5,53 ± 0,03 ^d	5,83 ± 0,03 ^c	6,63 ± 0,03 ^b	6,93 ± 0,03 ^a
<i>Salmonella sp.</i> (ausência em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Coliformes a 45°(NMP/g)	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹

Fonte: Dos Autores, 2019.

Legenda: F1- 80:20 (água de coco/polpa de coco verde) não pasteurizada; F1P- F1 pasteurizada; F3- 50:50 (água de coco/polpa de coco verde) não pasteurizada; F3P- F3 pasteurizada.

Nota: Dados referentes à média da triplicata ± desvio padrão. Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

As médias da aceitação das bebidas de coco verde encontram-se na Tabela 3. Pode-se observar que houve diferença significativa (p < 0,05) entre as duas amostras em todos os atributos avaliados, sendo a formulação F1P, contendo 80% de água de coco e 20% de polpa de coco verde, a que obteve a preferência dos consumidores. Estes resultados demonstraram que a maior proporção de água de coco na formulação originou características de consistência e doçura mais apreciadas pelos participantes do estudo. É interessante destacar que, apesar do menor teor de sólidos solúveis, a amostra F1P obteve uma maior nota de doçura que a F3P. Isto talvez possa ser explicado pelos valores do ratio (relação sólidos solúveis/acidez), que foram de 73 e 77, respectivamente, sugerindo que, apesar de percebida pelos consumidores, a relação doce/ácido dos dois produtos é muito próxima.

Quando perguntados sobre a intenção de compra, os consumidores receberam a seguinte informação: “Essa bebida foi elaborada sem adição de água e de açúcar. Seus ingredientes são água de coco e polpa de coco verde. É um produto pasteurizado sem adição de conservantes. Se você encontrasse essa bebida na prateleira do supermercado, você compraria esse produto?” Os índices de intenção de compra para a formulação F1P da bebida de coco verde foram de “provavelmente compraria” ou “certamente compraria” para 69% dos participantes, indicando que esta formulação tem consumidores potenciais.

Tabela 3 – Aceitação sensorial das bebidas de coco verde pasteurizadas

Atributo	Médias* (n=100)		p-valor
	F1P	F3P	
Aceitação global	7,1 ^a	6,1 ^b	p < 0,0001
Consistência	6,9 ^a	6,3 ^b	p < 0,039
Doçura	6,9 ^a	6,3 ^b	p < 0,041

Fonte: Dos Autores, 2019.

Legenda: F1P - 80:20 (água de coco/polpa de coco verde); F3P - 50:50 (água de coco/polpa de coco verde).

*Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste t bilateral (p < 0,05).

O perfil observado para os participantes da avaliação sensorial mostrou que eram consumidores de produtos industrializados de coco. A análise dos hábitos de consumo mostrou que 67% dos avaliadores consumiam frequentemente “produtos à base de coco” (cocadas, doces, leite de coco, etc.) e 49% consumiam frequentemente “bebidas de coco verde” (água de coco). Quanto às informações sócio demográficas, 53% eram do sexo feminino e a maior parte deles (74%) encontrava-se com ensino superior e pós-graduação completos.

Conclusões

As características microbiológicas e físico-químicas das duas formulações das bebidas desenvolvidas apresentaram valores dentro dos limites requeridos pela legislação brasileira. A formulação F1 (20% de albúmen sólido e 80% de albúmen líquido do coco verde) foi a que apresentou a maior média de aceitação, além de bons índices de intenção de compra, sendo, portanto a bebida selecionada para um estudo posterior de estabilidade.

Nas condições do estudo, foi possível desenvolver uma bebida de coco verde, sem adição de água ou açúcar, atendendo à demanda crescente do mercado por produtos integrais e sem o uso de aditivos.

Considerando-se que o albúmen sólido do coco verde representa em torno de 3% do peso do fruto e que aproximadamente 23 milhões de toneladas de coco são destinados à extração da água, a quantidade de polpa descartada é da ordem de 690.000 toneladas. Estes dados mostram a importância do uso da polpa de coco verde no desenvolvimento de novos produtos, a exemplo da bebida avaliada no presente trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração do técnico Sérgio Macedo Pontes, no desenvolvimento das atividades experimentais.

Referências

- AOAC. **Official Methods of Analysis**. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemist, 2000.
- APHA. **Compendium of methods for microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington, 2001.
- ARAGÃO, W. M.; ISBERNER, I. V.; CRUZ, E. M. O. **Água de coco**. Aracaju: Embrapa CPATC/ Tabuleiros Costeiros, 2001.
- BENASSI, A. C.; RUGGIERO, C.; MARTINS, A. B. G.; ALBERTO DA SILVA, J. A. Caracterização biométrica de frutos de coqueiro, *Cocos nucifera* L. variedade anã-verde, em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 302-307, 2007.
- BITENCOURT, D.V.; PEDROTTI, A. Usos da casca de coco: Estudo da viabilidade de implantação de usina de beneficiamento de fibra de coco em Sergipe. **Revista Fapese**, v. 4, n.2, p.113-114, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001. Dispõe sobre os princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b. Acesso em: 10 fev. 2019.
- LAVOYER, F. C. G.; GABAS, A. L.; OLIVEIRA, W. P. O.; TELIS-ROMERO, J. Estudo das isotermas de adsorção da polpa de coco verde. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, p. 68-74, 2013.
- MAGALHÃES, M. P.; GOMES, F. S.; MODESTA, R. C. D.; MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C. Conservação de água de coco verde por filtração com membrana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 72-77, 2005.
- MARTINS, C. R.; JESUS JUNIOR, L. A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Sensory evaluation techniques. **Boca Raton: CRC Press**, v.2, 1991.
- VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni (Coord). **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Ed. Blucher, 2010.

Capítulo 23

Determinação de parâmetros de processo para obtenção de fruta laminada de bacuri e coco verde

João Carlos Lopes do Nascimento Junior¹; Larissa Farias Dias*²; Suely Pereira Freitas³; Rafaella de Andrade Mattietto⁴; Regina Isabel Nogueira⁵, Virgínia Martins da Matta⁶

Resumo

O uso de frutas da Amazônia no desenvolvimento de novos produtos alimentícios é uma forma de valorizar e agregar valor às matérias-primas da nossa biodiversidade. Frutas laminadas são produtos obtidos a partir de polpas de frutas concentradas e desidratadas, que podem atender à crescente demanda dos consumidores por produtos saudáveis e práticos para consumo, pois apresentam baixo conteúdo de umidade, possibilitando a sua conservação à temperatura ambiente. Neste trabalho, objetivou-se determinar condições de processo para a etapa de secagem na obtenção de uma fruta laminada de bacuri e coco verde e avaliar a qualidade do produto final obtido. O processamento constou das etapas de mistura das polpas, concentração, moldagem e desidratação em secador com convecção de ar. Para esta última etapa, foi avaliada a cinética de secagem e o produto final foi avaliado quanto a parâmetros físico-químicos e também foi determinada a isoterma de sorção em ambientes com diferentes umidades relativas. Os resultados obtidos mostraram que a secagem por convecção a 60 °C possibilitou a obtenção de um produto com 10% de umidade, atividade de água de 0,658 e baixa porosidade, como demonstrado pela isoterma de sorção, permitindo o seu armazenamento por um tempo prolongado.

Palavras-chave: Atividade de água. Secagem. Desidratação. Isoterma de sorção.

¹Graduando de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

² Mestranda em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

³ Professora Adjunta, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

⁴ Pesquisadora, Embrapa Amazônia Oriental

⁵ Pesquisadora, Embrapa Agroindústria de Alimentos

⁶ Pesquisadora, Embrapa Agroindústria de Alimentos

Introdução

O bacuri é uma fruta bastante popular na região amazônica, com centros de origem no Estado do Pará, onde é encontrado com formas e tamanhos variados, ocorrendo naturalmente na região desde o Marajó até o Piauí e Maranhão.

O mercado de frutas amazônicas, que já se caracterizou por ser local e restrito aos períodos de safra, tem aumentado continuamente, atingindo as diferentes regiões do país e até outros países. O bacuri é comercializado, principalmente, nas Centrais de Abastecimento e feiras livres das capitais da região produtora, porém o volume disponibilizado tem sido insuficiente para atender à demanda crescente desse mercado consumidor. O aumento da procura pela sua polpa elevou seu preço de mercado alcançando valores de comercialização superiores aos de outras frutas tropicais como, por exemplo, cupuaçu, cajá e graviola.

A agroindustrialização, por meio do desenvolvimento de novos produtos, é uma alternativa para os produtores rurais, em particular os de pequeno porte, pois permite agregar valor às frutas e aumentar a renda das famílias produtoras, além de reduzir as perdas, que pode ocorrer em função da concentração da produção durante a safra, ou por inadequação do produto para comercialização *in natura*.

Frutas laminadas são tiras flexíveis elaboradas com frutas por um processo combinado de concentração e secagem (TEIXEIRA *et al.*, 2016). São produtos de conveniência, saudáveis, e que representam uma alternativa prática ao consumo de frutas frescas. Possuem, de uma forma geral, menos do que 100 kcal por porção (HUANG, HSIEH, 2005), além de serem ricas em minerais, antioxidantes e fibras, pois todos os nutrientes se encontram concentrados. Diferentes sabores de frutas laminadas têm sido reportados na literatura, mostrando que a elaboração das mesmas pode ser uma maneira eficaz de preservar frutas (MASKAN, KAYA, MASKAN, 2002).

No processo de obtenção de frutas laminadas, a etapa da secagem precisa ser bem estabelecida, a fim de se obter um produto final com as características necessárias para sua estabilização durante o armazenamento. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar as condições do processo de obtenção de uma fruta laminada de bacuri e coco verde e caracterizar o produto obtido.

Material e métodos

As matérias-primas utilizadas foram a polpa comercial congelada de bacuri, adquirida no mercado de Belém, PA, e transportada congelada até o Rio de Janeiro, e a polpa de coco verde obtida

por extração manual dos cocos, após a retirada da água, na Planta Piloto de Operações Unitárias da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Procedimento experimental

Inicialmente, as matérias-primas foram caracterizadas determinando-se o pH por potenciometria; acidez titulável por titulação da amostra diluída contra um padrão de NaOH 0,1 M, sendo o resultado expresso em equivalente de ácido cítrico; e o teor de sólidos solúveis por medição direta em refratômetro de bancada e expresso em °Brix, conforme AOAC (2005).

O processo de obtenção da fruta laminada incluiu as seguintes etapas: mistura e uniformização das matérias-primas, polpas de bacuri (60%) e de coco verde (40%) em liquidificador industrial; remoção parcial da água por meio de concentração da mistura por aquecimento até aproximadamente 22 °Brix; moldagem em bandejas em camadas finas; acondicionamento do produto em secador por convecção de ar; e desidratação a 60 °C por 14 horas.

O tempo de secagem da formulação, concentrada e moldada em camada fina, foi determinado por meio da avaliação cinética de secagem, que consistiu no acompanhamento da perda de umidade, em secador com convecção de ar quente pré-aquecido a 60 °C. Durante a secagem, a massa das amostras, a temperatura e a umidade relativa no interior da estufa foram registradas em intervalos de uma hora. Os dados obtidos foram ajustados ao modelo de difusão de acordo com a segunda lei de Fick, para determinar o coeficiente de difusão da água do interior para a superfície das amostras, com auxílio do programa Statistica (v. 13.0).

Para avaliação do produto final foram determinadas a umidade por gravimetria (AOAC, 2005), atividade de água por leitura direta em equipamento Aqualab e a isoterma de sorção, também por método gravimétrico (RAHMAN, 2009).

Resultados e discussão

As características das matérias-primas estão apresentadas na Tabela 1, onde se pode observar, como esperado, a baixa acidez da polpa de coco verde que, entretanto, é equilibrada com a maior acidez do bacuri. Os teores de sólidos solúveis das duas polpas estão próximos aos reportados na literatura, de 7,5 °Brix para a polpa de coco verde (TEIXEIRA *et al.*, 2019) e de 10,2 °Brix (CARVALHO *et al.*, 2002) a 14,4 °Brix (SILVA *et al.*, 2010) para a polpa de bacuri, evidenciando

diferenças naturalmente verificadas na composição das frutas, particularmente quando provenientes de diferentes regiões, como as reportadas, respectivamente, do Pará e do Maranhão.

Na Figura 1 ilustra-se a perda de massa em função do tempo durante a secagem da fruta laminada, a uma temperatura média de $60,10 \pm 1,69$ °C e umidade relativa de $25,64 \pm 2,98\%$. A finalização do processo é visualizada pela diminuição da perda de água com o tempo, que foi cerca de 70% da massa inicial.

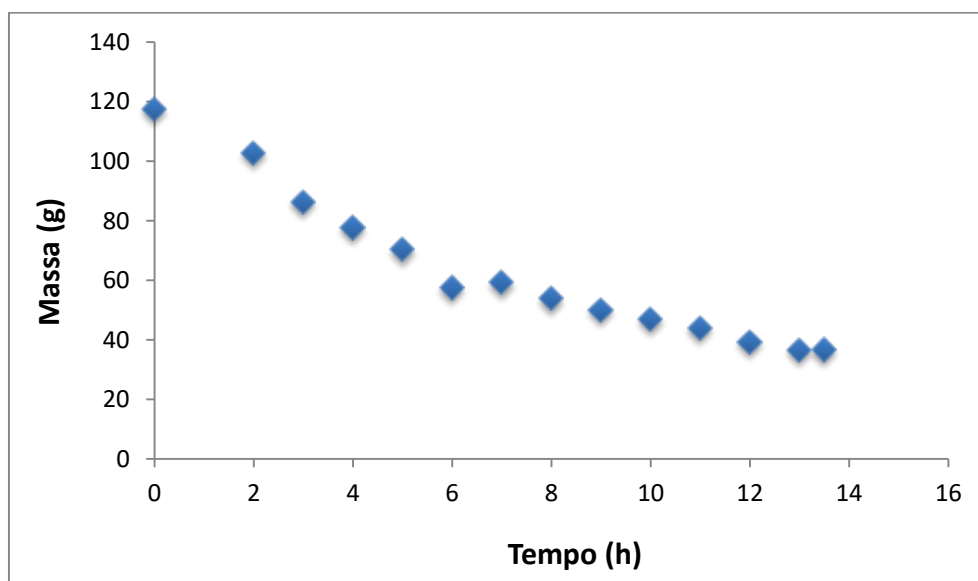
Tabela 1 - Valores* de pH, acidez e sólidos solúveis das polpas de bacuri e de coco verde.

Polpa	Parâmetros		
	pH	Acidez (g/100 g ácido cítrico)	Sólidos Solúveis (°Brix)
Bacuri	$3,32 \pm 0,01$	$0,73 \pm 0,00$	$11,4 \pm 0,1$
Coco verde	$6,52 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,00$	$8,1 \pm 0,1$

Fontes: Dados dos autores, 2018;

Nota: *Média de triplicata

Figura 1 – Cinética de secagem da fruta laminada de bacuri e coco verde



O modelo proposto pela Lei de Fick (Eq. 1) se mostrou adequado para o ajuste dos dados experimentais obtidos durante a secagem da fruta laminada. Neste caso, foi determinado o parâmetro do modelo ($K \cong 0,1536$) o que permitiu estimar com significância estatística ($p < 0,05$) o coeficiente de difusão de umidade nas amostras.

$$X_{eq} = \frac{8}{\pi^2} * \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{(2i+1)^2} * \exp [-(2i + 1)^2 * (K * t)] \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

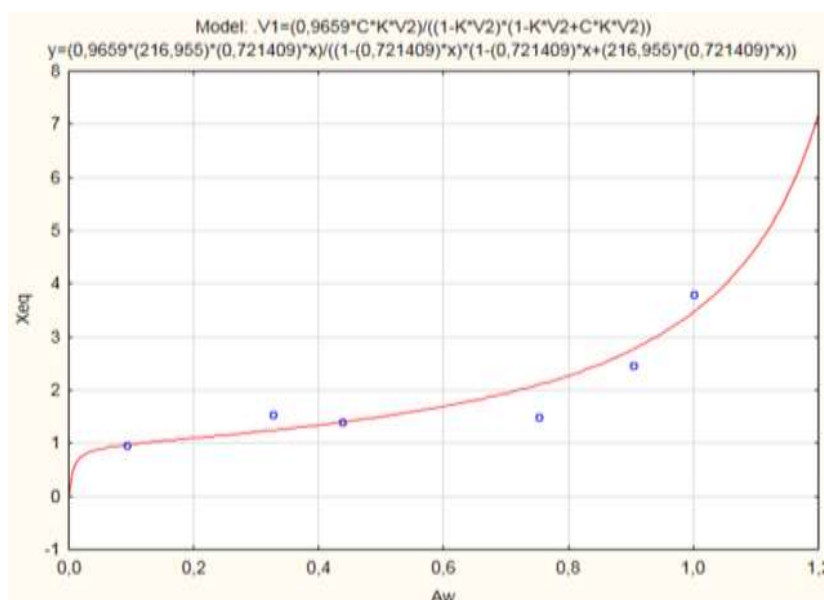
$$K = \frac{\pi^2 D_{ef}}{4 * L^2}, \quad (\text{Eq. 2})$$

L é metade da espessura da fruta laminada

D_{ef} é o coeficiente de difusão da amostra, avaliado em $1,40 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

A fruta laminada apresentou 10% de umidade e atividade de água de 0,658, considerada segura (0,60 a 0,84), por não permitir o crescimento de bactérias patogênicas. Na Figura 2 está apresentada a isoterma de sorção da fruta laminada de bacuri e coco verde.

Figura 2 - Isoterma de Sorção da fruta laminada de bacuri e coco verde



A isoterma de sorção da fruta laminada da mistura de bacuri e coco verde foi melhor ajustada pelo modelo de GAB, obtendo-se os parâmetros $C = 216,95$; $K = 0,7214$ e $X_m = 0,9659$, indicando que a isoterma de sorção é do tipo II, de acordo com a classificação da IUPAC (1985). Neste modelo, X_m representa o conteúdo de umidade da monocamada, isto é, a quantidade de água que está fortemente adsorvida na superfície do produto, importante para determinação do armazenamento por longos períodos, C é uma função de interação dos sítios ativos do produto e as moléculas de água, enquanto K representa o fator de correção das propriedades da molécula na multicamada com relação ao volume de líquido (ALEXANDRE *et al.*, 2007).

Blahovec (2004) avaliou que para isotermas tipo II os valores do parâmetro K devem ser inferiores a 1, enquanto que do parâmetro C , superiores a 2. No estudo de isotermas de polpa de

manga, Paglarini (2013) encontrou isotermas do tipo II, com parâmetro $C = 267,4$ e $K = 0,910$, com $X_m = 0,076$.

O tipo de isoterma obtido para a fruta laminada é um dos mais encontrados em medidas de adsorção, por ocorrer em sistemas não porosos ou com poros no intervalo de mesoporos (2 nm a 50 nm) ou macroporos (50 nm a 7500 nm). Nesse tipo de isoterma, o ponto de inflexão corresponde à formação da primeira camada adsorvida, recobrando toda a superfície do material.

Conclusões

Nas condições operacionais selecionadas para a secagem da fruta laminada de bacuri e coco verde atingiu-se uma umidade de equilíbrio de cerca de 10% e atividade de água de 0,658, resultando em uma condição que favorece o armazenamento do produto. Além disso, pelo modelo obtido para a isoterma de sorção, a fruta laminada se caracteriza como um produto de baixa porosidade, podendo ser armazenada por longos períodos. A fruta laminada obtida tem um potencial de mercado promissor por se tratar de um produto de conveniência saudável, elaborado com frutas tropicais e sem açúcar adicionado.

Referências

- ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 11-20, 2007.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemist, 2005.
- BLAHOVEC, J. Sorption isotherms in materials of biological origin mathematical and physical approach. **Journal of Food Engineering**, v.65, p.489-495, 2004.
- CARVALHO, J.E.U.; ALVES, S.M.; NASCIMENTO, W.M.O.; MULLER, C.H. Características físicas e químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) sem sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p. 573-575, 2002.
- HUANG, X.; HSIEH, F.H. Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 3, p. 177 – 186, 2005.
- IUPAC. Nomenclature of inorganic chemistry. IUPAC Recommendations 2005. Norfolk, United Kingdom, 2005.
- MASKAN, A.; KAYA, S.; MASKAN, M. Hot air and sun drying of grape leather (pestil). **Journal of Food Engineering**, v. 54, n. 1, p.81 – 88, 2002.
- PAGLARINI, C.S.; SILVA, F.S.; PORTO, A.G.; PIASSON, D.; SANTOS, P. Histerese das isotermas de sorção da polpa de manga (*Mangifera indica* L.) variedade manteiga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 3, p. 299-305, 2013.
- RAHMAN, S. **Food Properties Handbook**. 2 ed. Ed.Nova York: CRC Press, 2009.

SILVA, V.K.L.; FIGUEIREDO, R.W.; BRITO, E.S., MAIA, G.A.; SOUSA, P.H.M.; FIGUEIREDO, E.A.T. Estabilidade da polpa do bacuri (*Platonia insignis* Mart.) congelada por 12 meses. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1293-1300, 2010.

TEIXEIRA, N.S.; TORREZAN, R.; FREITAS-SÁ, D.G.C.; PONTES, S.M.; RIBEIRO, L.O.; CABRAL, L.M.C.; MATTA, V.M. Development of a fruit smoothie with solid albumen of green coconut. **Ciência Rural**, v.49, n.1, p. 1-8, 2019.

TEIXEIRA, N.S.; FREITAS-SÁ, D.G.C.; NOGUEIRA, R.I.; SILVA, J.P.L.; TORREZAN, R.; MATTA, V.M. Avaliação sensorial de fruta laminada mista de umbu e manga. *In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2016, Gramado. Anais [...].* Gramado: FAURGS, 2016.

Capítulo 24

Desenvolvimento de nanocompósito à base de amido de fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hill) reforçado com nanopartículas de celulose

Amanda Lélis de Souza*¹; Franciele Maria Pelissari²

Resumo

Uma fonte renovável não convencional para a elaboração de filmes biodegradáveis é a fruta-de-lobo. Pertencente à família Solanaceae, a fruta-de-lobo ou lobeira é um pequeno arbusto abundante e comum do Cerrado brasileiro. O alto teor de amido presente em sua polpa quando em estágio de maturação verde pode ser uma alternativa atraente para a obtenção de uma matriz contínua. O amido tem sido amplamente utilizado na formulação de filmes, graças à sua disponibilidade e baixo preço. No entanto, como resultado de má resistência mecânica e alta sensibilidade à umidade, a adição de materiais de reforço de escala nanométrica na composição das embalagens de alimentos tem sido sugerida. Sendo assim, o presente estudo objetivou produzir nanocompósito a partir do amido extraído da polpa da fruta-de-lobo reforçado com nanopartículas de celulose a fim de verificar o potencial na produção de biomateriais. Os parâmetros das propriedades mecânicas indicam que o filme controle foi mais flexível, enquanto o nanocompósito foi mais resistente mecanicamente. Em geral, as nanofibras de celulose melhoraram as características do material à base de amido de fruta-de-lobo e são potencialmente aplicáveis como elementos de reforço em uma variedade de compósitos poliméricos.

Palavras-chave: Embalagem. Filmes biodegradáveis. Lobeira. Nanofibras de celulose.

Introdução

Considerado como o segundo maior bioma da América do Sul, o Cerrado brasileiro abrange uma área contínua em uma extensão territorial do país. Este bioma cobre mais de 200 milhões de hectares o que equivale a 22% do território do país (BATLE-BAYER *et al.*, 2010). A ascendência

¹Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

²Docente do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, ICT, UFMG

agrícola do Brasil no mercado global é frequentemente creditada à expansão da produção no Cerrado brasileiro (THE ECONOMIST, 2010).

Solanum lycocarpum St. Hill (Solanaceae), comumente chamada de fruta-de-lobo, é um arbusto ou árvore presente no Cerrado brasileiro (TORRALBO *et al.*, 2012). A alta produção e abundância faz com que esta planta seja atrativa em estudos e pesquisas no ramo biotecnológico. Ademais, o alto teor de amido presente na polpa da fruta a torna potencialmente atrativa para produção de filmes biodegradáveis.

O desenvolvimento da indústria alimentícia direcionou uma demanda crescente por materiais de embalagem de alto desempenho. Devido à poluição ambiental causada pelo acúmulo de embalagens sintéticas, os biopolímeros estão sendo explorados como materiais de embalagem ecologicamente corretos. Entre esses biopolímeros, o amido tem se destacado devido à sua abundância, custo acessível, ser de fonte renovável e biodegradável. No entanto, o emprego de filmes produzidos exclusivamente de amido é limitado, devido a algumas restrições de desempenho como baixa resistência mecânica e alta hidrofiliabilidade em ambientes com elevada umidade relativa. Para superar tais deficiências uma alternativa interessante é a adição de materiais de reforço de escala nanométrica na composição das embalagens.

Os compósitos são misturas preparadas na tentativa de conciliar as distintas propriedades dos componentes puros, procurando interações favoráveis entre estes, que levem a melhores características e desempenho dos materiais resultantes (CURVELO *et al.*, 2001). Na preparação de nanocompósitos, as fibras vegetais de tamanho nanométrico vêm sendo exploradas como materiais de reforço, tendo em vista que sua elevada área superficial específica por massa de material ($> 100 \text{ m}^2/\text{g}$) lhes permitem interagir de forma mais efetiva com a fase contínua dos compósitos, quando comparadas com aquelas que possuem dimensões micrométricas (FAVIER *et al.*, 1995). Em concordância com tal abordagem, os participantes do Workshop realizado em 2005 pela *American Forest and Paper Association* recomendaram, dentro dos trabalhos de pesquisa, o estudo de compósitos poliméricos reforçados com nanomateriais, apontando o potencial tecnológico do emprego de fibras celulósicas de dimensão nanométrica (HUBBE *et al.*, 2008).

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi desenvolver novos filmes biodegradáveis à base de amido da fruta-de-lobo reforçados com nanofibras de celulose. A pesquisa visa explorar de maneira sustentável o uso da biodiversidade da região do Cerrado brasileiro, uma vez que dispõe de matérias-primas para a produção dos filmes biodegradáveis.

Material e métodos

Material

Foram adquiridas frutas-de-lobo em estágio de maturação verde na região dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, mais especificamente na cidade de Diamantina-MG no período de janeiro de 2019. As frutas foram higienizadas e armazenadas sobre refrigeração até extração do amido.

Nanofibras de celulose comercial (CNCs) extraídas de polpa de madeira foram adquiridas através da Universidade do Maine (Process Development Center – Orono, EUA) como uma suspensão aquosa a 11% e utilizadas sem mais purificação. Todos os reagentes utilizados são de grau analítico.

Extração da matéria-prima

O amido da fruta-de-lobo empregado nas formulações dos nanocompósitos foi obtido conforme descrito no fluxograma (Figura 1) a seguir.

Figura 1 – Método de obtenção do amido de fruta-do-lobo.



Fonte: Dos autores, 2019.

Produção dos nanocompósitos

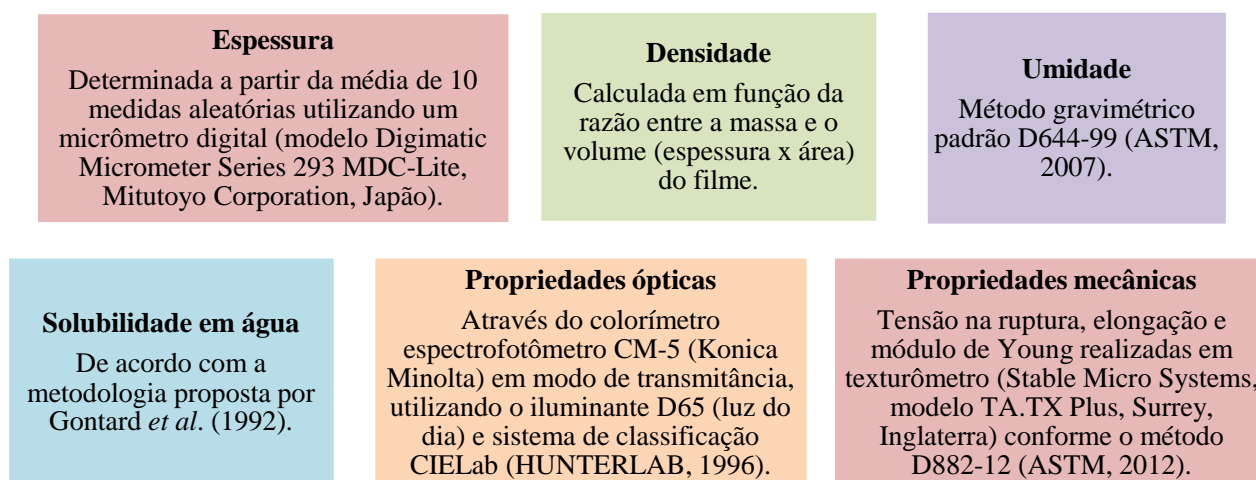
Os filmes biodegradáveis reforçados com nanofibras de celulose foram produzidos pelo método de *casting* descrito por Tapia-Blácido *et al.* (2005). O procedimento envolveu a dispersão da suspensão das nanofibras (5 g de nanofibras/100 g de amido) por meio de agitação magnética (modelo TE-0851, Tecnal Ltda) durante 20 h. A suspensão de nanofibras foi adicionada em uma solução contendo 2% (p/p, base seca) de amido de fruta-de-lobo previamente agitada por 30 min. A solução resultante foi então homogeneizada sob agitação magnética por 30 min, e aquecida até a temperatura de processo de 85 °C. O plastificante glicerol (22,5 g de glicerol/100 g de amido) foi adicionado neste ponto, e a solução foi mantida nesta temperatura por mais 15 min. Em seguida, a solução filmogênica foi colocada em ultrassom por 15 min e posteriormente 100 g de solução foi dispersa em placas de teflon® a fim de se obter uma espessura constante. Os nanocompósitos foram secos em uma estufa de circulação de ar (modelo TE-394/2, Tecnal Ltda) sob a temperatura de 53 °C. Um filme controle (sem a incorporação de nanofibras) foi produzido para avaliar o efeito da adição das nanopartículas de celulose.

Os nanocompósitos foram condicionados em dessecadores com 58% UR, a 25 °C, por 48h, antes de serem caracterizados quanto ao teor de umidade e propriedades mecânicas.

Caracterização dos nanocompósitos

A Figura 2 apresenta as análises realizadas na caracterização dos nanocompósitos.

Figura 2 – Análises realizadas para a caracterização dos nanocompósitos.



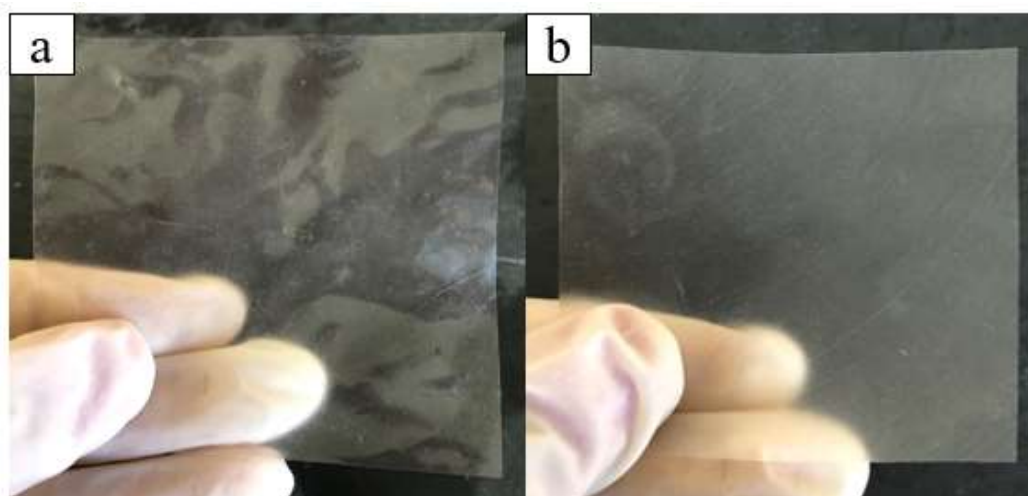
Fonte: Dos autores, 2019.

Após a realização das análises de caracterização dos nanocompósitos, foi realizada análise estatística, sendo usada a análise de variância (ANOVA) e o teste T ao nível de 5% de significância, com auxílio do programa Microsoft® Office Excel.

Resultados e discussão

Os filmes biodegradáveis obtidos exibiram uma superfície homogênea sem bolhas ou rachaduras, bem como boas características de manuseio e apresentaram transparência como observado na Figura 3. Os biomateriais não apresentaram dificuldade para serem destacados dos suportes, não apresentaram ser pegajosas ou muito frágeis. A espessura foi, em média, de 0,09 mm para ambos os filmes, filme controle (FC) e filme com a inserção das nanopartículas de celulose (FNC).

Figura 3 – Filme biodegradável à base de amido de fruta-do-lobo (a) sem nanopartículas de celulose e (b) com nanopartículas de celulose.



Fonte: Dos autores, 2019.

Os resultados das análises realizadas estão expostos na Tabela 1. Estatisticamente, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para os parâmetros densidade, umidade e solubilidade em água entre os filmes com e sem adição de nanopartículas de celulose, indicando que a inserção das nanofibras na matriz polimérica do filme de amido de fruta-do-lobo não teve influência sobre essas propriedades. A concentração de nanofibras de celulose adicionada não foi suficiente neste caso para promover alterações.

Para os resultados obtidos das propriedades ópticas, o parâmetro de luminosidade (L^*) apresentou diferença estatística ($p < 0,05$), indicando que o filme FNC apresentou-se mais claro em relação ao filme FC. Quanto ao parâmetro a^* , em ambos os filmes apresentaram o mesmo valor, sendo este negativo e próximo ao zero, apresentando uma coloração sutilmente esverdeada. Para o parâmetro b^* , o filme com adição das nanofibras apresentou-se uma coloração mais amarelada em relação ao filme controle.

O parâmetro ΔE^* está relacionado com a diferença total de cor entre o filme controle e o nanocompósito em relação ao filme padrão de polietileno ($L_o^* = 94,59$; $a_o^* = 0,05$; $b_o^* = 0,16$). Os valores obtidos para ΔE^* dos filmes, foram estatisticamente diferentes entre si, valores estes, considerado baixos (próximos a zero), indicando filmes com cor mais uniforme. A variação de cor maior para o nanocompósito demonstra a influência das nanofibras de celulose na matriz polimérica. E quanto ao parâmetro de opacidade, o nanocompósito apresentou-se mais opaco, devido a incorporação das nanofibras de celulose influenciar esta propriedade, como demonstrados em outros estudos, onde o teor de fibras tornaram os filmes mais opacos (TAPIA-BLÁCIDO *et al.*, 2005).

Tabela 1 - Propriedades dos filmes à base de amido de fruta-do-lobo com e sem adição de nanopartículas de celulose.

Parâmetro	FC	FNC
Densidade [g/cm^3]	$1,61 \pm 0,47^a$	$1,89 \pm 0,53^a$
Umidade [%]	$16,01 \pm 1,33^a$	$14,56 \pm 0,79^a$
Solubilidade em água [%]	$46,81 \pm 2,31^a$	$39,95 \pm 4,04^a$
L^*	$96,26 \pm 0,27^b$	$96,83 \pm 0,16^a$
a^*	$-0,39 \pm 0,03^a$	$-0,39 \pm 0,03^a$
b^*	$-0,32 \pm 0,07^b$	$0,29 \pm 0,02^a$
ΔE	$1,70 \pm 0,28^b$	$2,38 \pm 0,16^a$
Opacidade [%]	$4,96 \pm 0,39^b$	$6,44 \pm 0,57^a$
Tensão na ruptura [MPa]	$2,84 \pm 0,26^b$	$3,78 \pm 0,27^a$
Elongação na ruptura [%]	$197,00 \pm 20,23^a$	$89,99 \pm 28,81^b$
Módulo de Young [MPa]	$43,58 \pm 0,03^b$	$71,70 \pm 0,04^a$

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: FC: filme sem nanopartículas de celulose, FNC: filme com nanopartículas de celulose.

Nota: ^{a,b} Médias com expoentes diferentes na mesma linha indicam diferença estatística ($p < 0,05$) pelo teste T.

E os resultados das propriedades mecânicas indicam que houve diferença significativa em todos os parâmetros ($p < 0,05$), sendo que o filme com adição de nanopartículas de celulose apresentou valores superiores para tensão na ruptura e módulo de Young quando comparado ao filme controle. Enquanto a elongação do filme FC apresentou-se maior que o filme FCN. Isso implica que a incorporação de nanopartículas de celulose na matriz de amido promove fortes interações entre as nanofibras de celulose e a matriz de amido, restringindo o movimento da cadeia polimérica (LU; WENG; CAO, 2005). O valor do parâmetro de elongação na ruptura confirma que o filme controle é mais flexível, enquanto os parâmetros de tensão na ruptura e módulo de Young confirmam que o nanocompósito foi mais resistente mecanicamente.

Conclusão

As diferenças nas análises realizadas nos filmes biodegradáveis com e sem adição de nanopartículas de celulose refletiram nas propriedades dos filmes elaborados. Em comparação com o filme controle, os nanocompósitos reforçados com nanofibras de celulose apresentam maior tensão na ruptura e módulo de Young, no entanto o filme controle mostrou-se mais flexível. Para as propriedades ópticas, o filme FNC apresentou-se mais claro, mais opaco e uma coloração mais amarelada se comparado ao filme FC. A diferença total de cor entre o filme controle e o nanocompósito em relação ao filme padrão de polietileno mostrou que o filme FNC obteve uma variação de cor maior devido a influência das nanofibras. O melhor desempenho do nanocompósito foi atribuído à similaridade química entre amido e celulose além do efeito de tamanho nanométrico das nanofibras incorporadas na matriz polimérica.

Com a crescente conscientização das questões ambientais e o esgotamento dos recursos não renováveis, é urgente o desenvolvimento de novas embalagens biodegradáveis, ecologicamente corretas e com bom desempenho mecânico. No geral, foi possível obter um nanocompósito com boas propriedades mecânicas utilizando o amido da fruta-de-lobo, uma fonte não convencional proveniente do Cerrado brasileiro, como matriz polimérica.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e ao Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) pelo suporte institucional. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG – n° APQ-00768-16) pelo suporte financeiro e à

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos e pelo apoio financeiro (código 001).

Referências

- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard test method for moisture content of paper and paperboard by oven drying (D644-99) (Withdrawn 2010)**. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2007.
- ASTM- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting (D882-12)**. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2012.
- BATLLE-BAYER, L.; BATIES, N. H.; BINDRABAN, P. S. Changes in organic carbon stocks upon land use conversion in the Brazilian Cerrado – a review. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 137, p. 47-58, 2010.
- CURVELO, A.A.S.; DE CARVALHO, A.J.F., AGNELLI, J.A.M. Thermoplastic starch–cellulosic fibers composites: preliminary results. **Carbohydrate Polymers**, v. 45, p. 183–188, 2001.
- FAVIER, V.; CHANZY, H.; CAVAILLE, J. Y. Polymer nanocomposites reinforced by cellulose whiskers. **Macromolecules**, v. 28, n. 18, p. 6365-6367, 1995.
- GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J.-L. Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 1, p. 206–211, 1992.
- HUBBE, M. A.; ROJAS, O. J.; LUCIA, L. A.; SAIN, M. Cellulosic nanocomposites: A review. **Bioresources**, v. 3, n. 3, p. 929-980, 2008.
- HUNTERLAB. CIE L*a*b* color scale: Applications note. v. 8, n. 7, 1996.
- LU, Y.; WENG, L.; CAO, X. Biocomposites of plasticizes starch reinforced with cellulose crystallites from cottonseed linter. **Macromolecular Bioscience**, v. 5, n. 1, p. 1101-1107, 2005.
- TAPIA-BLÁCIDO, D. R.; SOBRAL, P. J. DO A.; MENEGALLI, F. C. Development and characterization of biofilms based on amaranth flour (*Amaranthus caudatus*). **Journal of Food Engineering**, v. 67, p. 215–223, 2005.
- THE ECONOMIST, 2010. Brazilian Agriculture: The Miracle of the Cerrado. Disponível em: <<https://www.economist.com/briefing/2010/08/26/the-miracle-of-the-cerrado>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- TORRALBO, D. F.; BATISTA, K. A.; DI-MEDEIROS, M. C. B.; FERNANDES, K. F. Extraction and partial characterization of *Solanum lycocarpum* pectin. **Food Hydrocolloids**, v. 27, p. 378–383, 2012.

Capítulo 25

Desidratação osmótica de batata-doce seguida por secagem em campo de micro-ondas

Fabiane Neves Silva^{*1}; Jocilane Pereira de Oliveira¹; Joyce Maria Gomes da Costa²; Harriman Aley Morais³;

Resumo

A desidratação de alimentos se apresenta como forma de conservação das características do produto, visando um maior tempo de vida útil e agregação de valor. O trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar as curvas de secagem de batata doce desidratada por processo osmótico com diferentes concentrações de sacarose, seguida de secagem em micro-ondas doméstico. Após a sanitização, as amostras foram submetidas a desidratação osmótica com diferentes concentrações de sacarose (100%, 75% e 50%), seguida da secagem em forno micro-ondas. As curvas de secagem foram obtidas através de pesagem até peso constante e ajustadas com o auxílio de um modelo exponencial. Verificou-se que, para obter um produto com um teor de umidade final de 20% são necessários tempos de secagem de 318, 208 e 160 segundos, respectivamente, e quanto maior a concentração de sacarose, maior o tempo de secagem, devido as interações de grupamentos da sacarose com a superfície das batatas doces, formando uma camada que impede a saída de água. Além disso, o micro-ondas doméstico se apresenta como alternativa mais prática e rápida para secagem de vegetais, sendo considerado viável para pequenas escalas.

Palavras-chave: Conservação. Tecnologia de alimentos. Vegetais desidratados. Vida de prateleira.

Introdução

A batata-doce é uma hortaliça tuberosa muito produzida em diversos países e consumida na forma cozida, assada ou frita. Com alto valor nutritivo, sendo fonte de energia, minerais e

¹Discente, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

² Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos / Instituto de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

³ Docente, Departamento de Ciências Básicas / Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

vitaminas, é utilizada na indústria como matéria prima para a produção de doces, pães, farinhas e féculas (VIZZOTTO *et al.*, 2018; ONWUDE *et al.*, 2019).

Ao pensar na importância do desenvolvimento de novos produtos e, acima de tudo, em formas de conservação de produtos vegetais, como a batata doce, tem-se o método de desidratação, uma das técnicas mais antigas de preservação de alimentos, que consiste, basicamente, na eliminação de água de um produto por evaporação, com transferência de calor e massa (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2013). De acordo com Gomes *et al.*, (2007), as suas vantagens consistem na redução do peso do alimento, o que gera uma melhor conservação e menor custo de armazenamento. Destaca ainda que, atualmente, já são elaborados produtos com essa técnica, com alto valor agregado e facilidade no transporte, o que leva a redução dos custos de processo.

Um dos métodos possíveis para obter vegetais levemente processados é a desidratação osmótica com soluções de açúcar, combinadas ou não com outras técnicas, trabalhando em temperaturas amenas para preservar o sabor do produto e outras propriedades sensoriais. Esse método reduz a atividade de água do produto e a ação de enzimas com pequenas mudanças nas características do produto (CHÁFER *et al.*, 2003).

Os métodos de secagem, por sua vez, possibilitam a obtenção de produtos de reduzido teor de umidade e elevado tempo de vida útil (LEONARDI E AZEVEDO, 2018). Uma alternativa para secagem de alimentos é utilização de micro-ondas. A energia deste equipamento cria calor no interior dos alimentos processados, o que provoca a redução do tempo de processamento, maior rendimento do produto final e com qualidade superior comparada as técnicas convencionais (SILVA *et al.*, 2007).

Diante do exposto, objetivou-se no presente trabalho desenvolver e avaliar as curvas de secagem da batata doce desidratada por processo osmótico com diferentes concentrações de açúcar, seguida de secagem em micro-ondas doméstico.

Material e métodos

A batata doce (*Ipomoea batatas*) foi adquirida no mercado varejista de Diamantina/MG e transportada para o Laboratório de Análise de alimentos da Universidade Federal dos vales do Jequitinhonha e Mucuri, *Campus* Diamantina. A fruta foi lavada em água corrente, sanitizada (imersão em solução de hipoclorito de sódio em concentração de 0,2% por 20 minutos), enxaguada em água potável e cortada em rodela (com cerca de 1 mm de espessura). Em seguida, as batatas doces foram imersas em uma das seguintes soluções: tratamento (i) solução hipertônica de sacarose 100%, tratamento (ii) solução hipertônica de sacarose 75% e (iii) solução hipertônica de sacarose

50%, por quinze minutos na temperatura de 70° C. Após a imersão, as batatas doces foram escorridas por 3 minutos para retirar o excesso de solução. Para completar a secagem as amostras foram secas em micro-ondas da marca PANASONIC (NN-GT672W), potência 1000 w.

Para a obtenção das curvas de secagem, as amostras foram pesadas em balança analítica antes de iniciar a secagem e periodicamente até obtenção de peso constante (0, 10, 20,30, 40, 50,60,70,90,110,130,150,160 segundos). As curvas foram ajustadas com o auxílio de um modelo exponencial, conforme citado por Cano-Chauca *et al.* (2004). Neste modelo, a razão entre o teor de umidade e o teor de umidade inicial é relacionada ao tempo de secagem, pelas seguintes equações 1 e 2:

$$\frac{U}{U_0} = \exp^{-kt} \quad (1)$$

$$\bar{Y} = k_0 \exp^{-k_1 t} \quad (2)$$

Onde: U= teor de umidade em um dado tempo de secagem (% base úmida); U₀ = teor de umidade inicial (% base úmida); k= constante de secagem; t= tempo de secagem; k₀= condição inicial; k₁= condição em um dado tempo de secagem.

O experimento foi realizado em delineamento e casualizado, com três repetições e os resultados obtidos analisados por regressão não linear, método Marquardt com auxílio do Programa SAS (SAS *University Edition*).

Resultados e discussão

As curvas de secagem obtidas para as amostras de batata doce obtidas pela desidratação osmótica seguida por secagem em campo de micro-ondas estão expostas na figura 1.

Os dados experimentais foram ajustados utilizando o modelo exponencial (equação 1), através de regressão não-linear, para cada tratamento e obteve as seguintes equações:

Para o tratamento (solução 100 % sacarose)

$$U/U_0 = e^{-0,004t} \quad R^2= 0.9907 \quad (3)$$

Para o tratamento (solução 75 % sacarose)

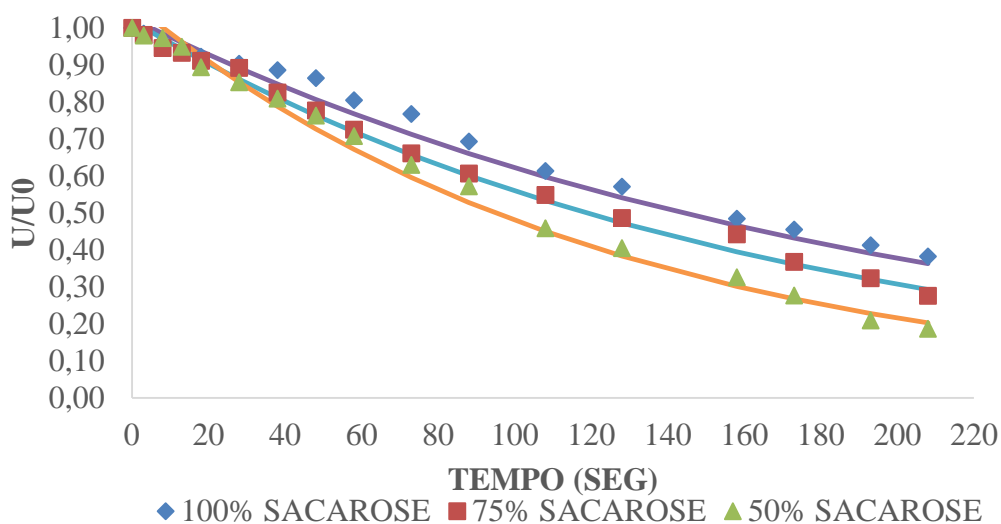
$$U/U_0 = e^{-0,0061t} \quad R^2= 0.9915 \quad (4)$$

Para o tratamento (solução 50 % sacarose)

$$U/U_0 = e^{-0,008t} \quad R^2 = 0.9911 \quad (5)$$

O modelo matemático exponencial utilizado ajustou bem aos dados experimentais, com coeficientes de determinação ($R^2 > 0,99$) resultando nas equações 3, 4 e 5, utilizadas para calcular o tempo de secagem de cada tratamento.

Figura 1- Curvas de secagem experimentais de batatas doces desidratadas em micro-ondas calculadas mediante o modelo exponencial.



Fonte: Dos autores, (2019).

Para obter um produto com um teor de umidade final de 20% são necessário tempos de secagem de 318, 208 e 160 segundos, para os tratamentos com solução 100, 75, 50 % sacarose, respectivamente (Figura 1). A Legislação de frutas secas ou dessecadas, estabelece que a umidade final máxima aceitável para esses produtos é de 25% (BRASIL, 2005), uma vez que, a umidade elevada pode favorecer o desenvolvimento de microrganismos e reações químicas e enzimáticas indesejáveis, comprometendo, deste modo, a segurança e a qualidade do produto. As curvas de secagem do presente estudo serão utilizadas para prever o momento ideal que deve parar o processo de secagem, de acordo com o teor de umidade desejado, dentro do estabelecido pela legislação, e, dessa forma, obter um produto padronizado e de qualidade.

Mediante as curvas de secagem construídas, observa-se que o aumento da concentração da solução osmótica resultou em uma menor taxa de secagem, proporcionando um tempo prolongado de processo, este fato pode estar relacionado a formação de uma camada de soluto na superfície dos pedaços da batata durante a desidratação osmótica, que aumenta a resistência ao movimento da água, dificultando a evaporação (SOUZA *et al.*, 2005). Em contrapartida, esse tempo é inferior ao tempo de secagem convencional em secadores de cabine.

O emprego do aparelho de micro-ondas doméstico para secagem de frutas e hortaliças é vista como uma alternativa econômica que demanda menos tempo em relação ao processo de secagem convencional e pode ser utilizado na própria residência para desidratação desses produtos, porém, seu emprego em grandes agroindústrias não seria viável devido as a limitação de quantidades de produto por ser um equipamento de pequeno porte.

Conclusão

Foi possível elaborar batatas doces desidratadas pela combinação do método de desidratação osmótica e secagem. Com a curva de secagem, foi visto que, quanto maior a quantidade de sacarose, maior foi o tempo de secagem, devido as interações da sacarose na superfície da batata doce. O método de secagem em micro-ondas tem como vantagem um menor tempo de secagem, sendo considerado como viável para pequenas escalas.

Agradecimentos

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, *Campus* Diamantina, pelo amparo tecnológico.

Referências

- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 12, de 2005. Aprova regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIwOQ%2C%2C>>. Acesso em: 30 de maio de 2019.
- CANO-CHAUCA, M.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; PEREIRA, J. A. M. Drying curves and water activity evaluation of dried banana. **International Drying Symposium**, v. 30, n 14, p. 2013-2020, 2004.

- CHÁFER, M. *et al.* Effect of blanching and vacuum pulse application on osmotic dehydration of pear. **Food Science and Technology International**, v. 9, p. 321-328, 2003.
- FOOD INGREDIENTS BRASIL, Dossiê Alimentos Desidratados, n. 26, 2013. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/338.pdf>.
- GOMES, A. T.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Desidratação Osmótica: uma tecnologia e baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 3, n. 3, p. 212-226, 2007.
- LEONARDI, J. G & AZEVEDO, B. M. Métodos de conservação de alimentos. **Revista Saúde em Foco**, n. 10, p. 51-61, 2018.
- SILVA, F. A.; MAXIMO, G. J.; MARSAIOLI Jr; A.; SILVA, M. A. A. P. Impacto da secagem com micro-ondas sobre o perfil sensorial de amêndoas de noz macadâmia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 553-561, 2007.
- SOUZA, M. A. *et al.* Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciências agrotec**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, 2005.
- VIZZOTTO, M.; PEREIRA, E. S.; CASTRO, L. A. S.; RAPHAELLI, C. O.; KROLOW, A. C. Composição mineral em genótipos de batata-doce de polpas coloridas e adequação de consumo para grupos de risco. **Brazilian Of Journal Food Technology**, v. 21, p. 1-8, 2018.
- ONWUDE, D. I., HASHIM, N., ABDAN, K., JANUS, R., & CHEN, G. The effectiveness of combined infrared and hot-air drying strategies for sweet potato. **Journal of Food Engineering**, v. 241, p. 75–87, 2019.

Capítulo 26

Elaboração de maçã desidratada por processo osmótico com diferentes concentrações de canela, seguida por secagem em micro-ondas

Jocilane Pereira de Oliveira*¹; Fabiane Neves Silva ¹; Harriman Aley Morais ²; Joyce Maria Gomes da Costa ³

Resumo

A desidratação osmótica seguida pelo processo de secagem em forno micro-ondas é uma alternativa de conservação de maçãs, mantendo suas características, elevando a vida de prateleira, agregando valor ao produto final. O trabalho objetivou avaliar as curvas de secagem de maçã desidratada osmoticamente com diferentes concentrações de canela, seguida por secagem em micro-ondas. Após sanitizadas, as amostras foram submetidas a desidratação osmótica com diferentes soluções sacarose e canela, posteriormente, obteve-se as curvas de secagem por pesagens das amostras em balança analítica antes de iniciar a secagem até obtenção de peso constante. As curvas foram ajustadas com o auxílio de um modelo exponencial em que a razão entre o teor de umidade e o teor de umidade inicial é relacionada ao tempo de secagem. O modelo matemático exponencial utilizado ajustou satisfatoriamente aos dados experimentais e verificou-se que para atingir um teor de umidade de 18 % em base úmida, foi necessário um tempo de 143,57 segundos, para as amostras saborizadas com 1 e 2 % de canela, e 130 segundos para a amostra controle. Desta forma, o processo de soborização influenciou no tempo de secagem, sendo que o tempo de secagem em micro-ondas é menor quando comparado a secadores convencionais.

Palavras-chave: Conservação. Alimentos. Vida útil. Novos produtos. Vegetais

¹Discente, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

² Docente, Departamento de Ciências Básicas / Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

³Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos / Instituto de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina/MG.

Introdução

A procura por alimentos processados que assegurem características as mais próximas dos produtos originais tem crescido de forma significativa nas últimas décadas. Desta forma, a indústria alimentícia busca por tecnologias que reduzam os efeitos adversos provocados pelo processamento. Um exemplo disso, são as frutas desidratadas, muito consumidas sozinhas ou como matérias primas de outros alimentos. Uma maneira de conseguir que as alterações nas propriedades originais do produto ocorram de forma controlada, possibilitando o aumento da vida útil do produto, é a combinação de métodos de preservação durante o processamento (DIONELLO *et al.*; 2009).

Preservar os alimentos para prolongar a sua vida de prateleira, mantendo a sua segurança e qualidade, é uma preocupação central da indústria de alimentos. Como resultado, tem surgido um fluxo constante de novas técnicas de conservação. Ao mesmo tempo, cresceu o uso de métodos de preservação mais tradicionais combinados com novas tecnologias. Por conseguinte, a desidratação osmótica, associada ao processo de secagem, encontrou ampla aplicação na preservação de alimentos, uma vez que reduz a atividade de água de vegetais a partir da remoção de água de menor concentração de soluto para maior concentração. Essa prática é preferida a outros métodos devido a conservação da cor, constituintes nutricionais e retenção dos compostos de aroma, o que resulta em melhoria de qualidade em termos de cor, textura, sabor, estabilidade do produto e prevenção de deterioração microbiana (TIWARI, 2005 ; YADAV & SINGH, 2012).

Na desidratação osmótica, o soluto mais utilizado é o açúcar, podendo ser acrescido de outras alimentos, como a canela. A canela é um tempero culinário amplamente utilizado. Pesquisas atuais vem estudando a relação do seu consumo a benefícios à saúde, como atividade antimicrobiana, inibição da proliferação de células cancerígenas, proteção contra a gripe e controle glicêmico no diabetes e capacidade antioxidante natural. (SANTIAGO-ADAME 2015). Em vista disso, a canela se apresenta como uma ótima alternativa para o emprego no processo de desidratação.

Dado o exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as curvas de secagem de maçã desidratada osmoticamente com diferentes concentrações de canela, seguida por secagem em micro-ondas.

Material e métodos

A maçã (*Malus doméstica*) da variedade Fuji foi adquirida no mercado de Diamantina/MG e transportada para o Laboratório de Análise de alimentos da Universidade Federal dos vales do

Jequitinhonha e Mucuri, *Campus Diamantina*. A fruta foi lavada em água corrente, sanitizada (imersão em solução de hipoclorito de sódio em concentração de 0,2% por 20 minutos), enxaguada em água potável e cortada em rodela (com cerca de 1 mm de espessura). Em seguida, as maçãs foram imersas em uma das seguintes soluções: tratamento (i) controle (solução hipertônica de sacarose 1:1), tratamento (ii) solução hipertônica de sacarose 1:1 com 1 % de canela e (iii) solução hipertônica de sacarose 1:1 com 2 % de canela, por quinze minutos na temperatura de 70° C. Após a imersão, as maçãs foram escorridas por 3 minutos para retirar o excesso de solução. Para completar a secagem as amostras foram secas em forno micro-ondas doméstico PANASONIC (NN-GT672W), potência 1000 w.

Para a obtenção das curvas de secagem, as amostras foram pesadas em balança analítica antes de iniciar a secagem e periodicamente até obtenção de peso constante (0, 10, 20,30, 40, 50,60,70,90,110,130,150,160 segundos). As curvas foram ajustadas com o auxílio de um modelo exponencial, conforme citado por Cano-Chauca *et al.* (2004). Neste modelo, a razão entre o teor de umidade e o teor de umidade inicial é relacionada ao tempo de secagem, pelas seguintes equações 1 e 2:

$$\frac{U}{U_0} = \exp^{-kt} \quad (1)$$

$$\bar{Y} = k_0 \exp^{-k_1 t} \quad (2)$$

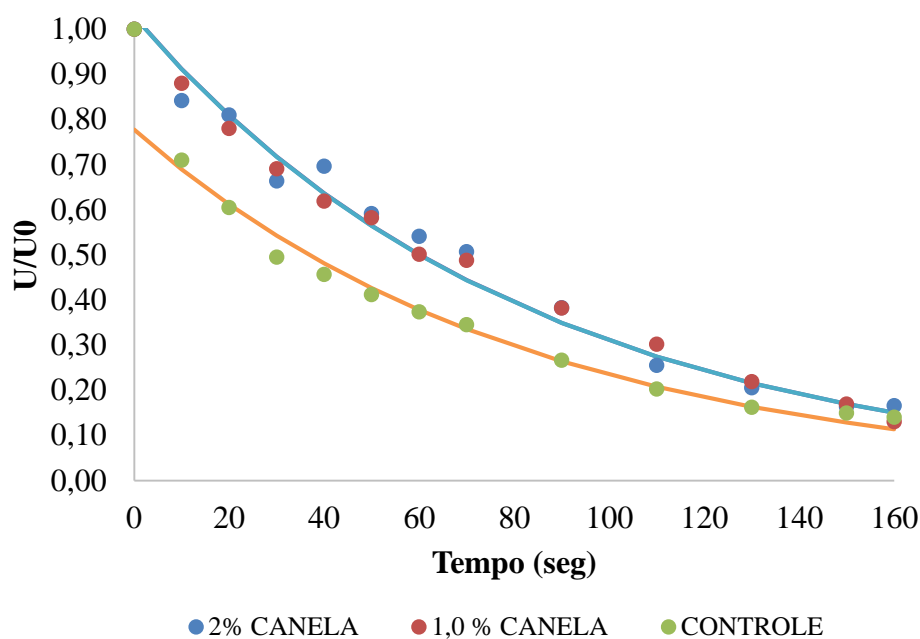
Onde: U= teor de umidade em um dado tempo de secagem (% base úmida); U₀ = teor de umidade inicial (% base úmida); k= constante de secagem; t= tempo de secagem; k₀= condição inicial; k₁= condição em um dado tempo de secagem.

O experimento foi realizado em delineamento e casualizado, com três repetições e os resultados obtidos analisados por regressão não linear, método Marquardt com auxílio do Programa SAS (SAS University Edition).

Resultados e discussão

A curva de secagem é uma ferramenta utilizada para prever o momento ideal que deve parar o processo de secagem de acordo com o teor de umidade desejado e, dessa forma, obter um produto padronizado e de qualidade (CANO-CHAUCA *et al.*, 2004). Na Figura 1, estão apresentadas as curvas de secagem obtidas para as amostras de maçã controle e saborizadas com canela.

Figura 1- Curvas de secagem experimentais de maçãs desidratadas em micro-ondas calculadas mediante o modelo exponencial.



Fonte: Dos autores, (2019).

Os dados experimentais foram ajustados utilizando o modelo exponencial (equação 1), por meio de regressão não-linear. Para cada tratamento obteve as seguintes equações:

Para o tratamento (controle)

$$U/U_0 = e^{-0,012t} \quad R^2 = 0,9987 \quad (3)$$

Para o tratamento (1 % de canela)

$$U/U_0 = e^{-0,011t} \quad R^2 = 0,9955 \quad (4)$$

Para o tratamento (2 % de canela)

$$U/U_0 = e^{-0,011t} \quad R^2 = 0,9954 \quad (5)$$

O modelo matemático exponencial utilizado ajustou satisfatoriamente aos dados experimentais, diante dos coeficientes obtidos ($R^2 > 0,99$) resultando nas equações 3, 4 e 5, utilizadas para calcular o tempo de secagem.

Na Figura 1, verifica-se, que para atingir um teor de umidade de 18 % em base úmida, foi necessário um tempo de 143,57 segundos, para as amostras saborizadas com 1 e 2 % de canela, e 130 segundos para a amostra controle. As maçãs desidratadas osmoticamente saborizadas com canela e seguidas de secagem em micro-ondas possuem uma menor taxa de secagem, proporcionando um tempo mais longo de processo.

Tomando-se por base as curvas de secagem construídas, observa que a concentração de canela utilizada não influenciou nos resultados, mas o processo de saborização influenciou no tempo de secagem em comparação com a amostra padrão, dado que a maior umidade final foi observada para os tratamentos saborizados. Este efeito pode ser resultado da interação dos compostos da canela com os componentes da maçã, criando uma barreira na superfície do produto o que dificulta a remoção da água.

De acordo com a legislação de frutas secas ou dessecadas, o teor de umidade máxima de frutas secas deve ser de 25% (BRASIL, 2005), pois elevados teores de umidade podem favorecer o desenvolvimento de microrganismos e reações químicas e enzimáticas indesejáveis, comprometendo, deste modo, a segurança e a qualidade do produto. As curvas de secagem do presente estudo serão utilizadas para prever o momento ideal que deve parar o processo de secagem, de acordo com o teor de umidade desejado, dentro do estabelecido pela legislação.

A secagem de maçã por processo osmótico, seguida por secagem em micro-ondas convencional resulta em menor tempo de secagem quando comparada à secagem convencional em secadores de cabine, comumente utilizada para a produção de maçãs desidratadas. Essa característica representa uma importante vantagem do ponto de vista prático e econômico e que pode ser realizada na própria residência e até por pequenas agroindústrias. Porém, para produções em grande escala há limitações, uma vez que, a quantidade de produto seco no aparelho de micro-ondas é inferior quando comparado ao secador de cabine (TELÖKEN, 2016).

Conclusão

Foi possível avaliar a curva de secagem de maçã desidratada osmoticamente com diferentes concentrações de canela, seguida por secagem em micro-ondas. Observou-se que o modelo exponencial utilizado ajustou satisfatoriamente aos dados experimentais. As curvas de secagem obtidas demonstram que os tratamentos com saborização de canela influenciaram no teor de umidade final do produto, indicando que se a umidade final for padronizada para todas as amostras, a

desidratação de maçãs saborizadas com canela necessitará de um tempo maior em comparação com a amostra padrão.

Agradecimentos

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, *Campus Diamantina*, pelo amparo tecnológico.

Referências

- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 12, de 2005. Aprova regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIwOQ%2C%2C>>. Acesso em: 30 de maio de 2019.
- CANO-CHAUCA, M.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; MARQUES, J. A.; SILVA, P. I. Curvas de secagem e avaliação da atividade de água da banana passa. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.22, n.1, p.121-132, jun. 2004.
- DIONELLO, R. G.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; PEREIRA, R. C.; VIANA, A. P.; CARLESSO, V. O. Secagem de fatias de abacaxi in natura e pré-desidratadas por imersão-impregnação: cinética e avaliação de modelos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n.1, p.: 232-240, 2009.
- SANTIAGO-ADAME, R., MEDINA-TORRES, L., GALLEGOS-INFANTE, J. A., CALDERAS, F., GONZÁLEZ-LAREDO, R. F., ROCHA-GUZMÁN, N. E., BERNAD-BERNAD, M. J. Spray drying-microencapsulation of cinnamon infusions (*Cinnamomum zeylanicum*) with maltodextrin. **LWT - Food Science and Technology**, v: 64, n.: 2, p.: 571–577, 2015.
- TELÖKEN, F. T. **Análise da viabilidade tecnológica da desidratação de maçã em aparelho de micro-ondas doméstico**. 2016. 139f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agrícola II) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2016.
- TIWARI, R. B. Application of osmo-air dehydration for processing of tropical fruits in rural areas. **Indian Food Industry**, v. 24, n. 6, p.:62–69, 2005.
- YADAV, A. K., SINGH, S. V. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v.51, n.9, p.: 1654–1673, 2012.

Capítulo 27

Aceitabilidade sensorial de massa fresca de macarrão elaborado com farinha de palma *Opuntia ficus-indica* L. Miller

Kelle Amaral Rodrigues¹; Luiz Eloi da Silva²; Wilson Rodrigues Pinto Junior³; Dioneire Amparo dos Anjos³; Cassiara Camelo Eloi de Souza^{*3}, Marcia Elena Zanuto³

Resumo

A palma é reconhecida pelo seu valor nutricional e funcional, apesar de pouco explorado na alimentação humana do povo brasileiro. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi produzir farinha de palma, elaborar formulações de macarrão com substituição parcial da farinha de trigo e avaliar suas características sensoriais. Os cladódios de palma foram submetidos à secagem para produção da farinha e em seguida, elaboradas formulações de macarrão com 0, 20, 30 e 40% de farinha de palma, sendo avaliadas sensorialmente em escala hedônica de 9 pontos. Os resultados da análise microbiológica da farinha de palma estavam de acordo com a legislação vigente. Quanto à aceitação sensorial das formulações, não houve diferença ($p > 0,05$) em relação à cor e a aparência. O aroma e o sabor do macarrão padrão receberam maior ($p < 0,05$) pontuação, enquanto as outras formulações não diferiram entre si ($p < 0,05$). Já a textura e a avaliação global do macarrão padrão não diferiram ($p > 0,05$) daquele com concentração de 20%, a qual destacou-se dentre as demais com farinha de palma. Conclui-se que a utilização da farinha de palma em substituição à farinha de trigo na formulação de macarrão mostrou-se viável constituindo-se uma alternativa para enriquecimento nutricional de produtos alimentícios.

Palavras-chave: Agregação de valor. Cactáceas. Formulações.

Introdução

A palma, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill, é uma cactácea suculenta que apresenta considerável valor nutritivo, ressaltando a presença de 17 tipos de aminoácidos, fibras, vitaminas (A, C e do

¹Egresso, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia

²Docente, Instituto Federal da Bahia, Campus de Vitória da Conquista-BA

³Docentes, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia

*Autor para correspondência: Cassiara Camelo Eloi de Souza. email: cassiara@ufba.br

complexo B) e minerais (cálcio, magnésio, sódio, potássio e ferro). Além disso, esta cactácea contém compostos bioativos tais como vitamina C, clorofila, carotenoides e flavonoides (DÍAZ *et al.*, 2017).

Pela presença comprovada destes compostos antioxidantes, fibra dietética e por possuir baixa caloria (27 kcal/100 g), a palma forrageira é considerada um alimento funcional (SANTOS-ZEA; GUTIERREZ-URIBE; SERNA-SALDIVAR, 2011). Estudos mostram que os cladódios de palma têm sido utilizados na medicina popular no tratamento de úlceras, feridas, diabetes, dor reumática, distúrbios gastrointestinais e apresenta efeito anti-hiperlipidêmico (OSUNA-MARTÍNEZ, REYES-ESPARZA; RODRÍGUEZ-FRAGOSO, 2014).

Ribeiro *et al.* (2016) concluíram que farinhas de palma (*Opuntia ficus indica*) se mostraram como ricas fontes de minerais e energia e considerável teor de proteínas podendo ser consumidas ou empregadas como ingrediente em diversos produtos alimentícios, buscando substituir parcialmente a farinha de trigo.

A análise sensorial é uma ferramenta importante para avaliar a aceitação de novos produtos, pois utiliza os sentidos humanos, tornando-se assim, um elemento chave para identificar as expectativas dos consumidores (LEDAUPHIN; POMMERET; QANNARI, 2008).

Desta forma, a incorporação de novos ingredientes visando melhorar o aporte nutricional de massas alimentícias, assim como, atender a demanda de consumidores por alimentos com presença de compostos bioativos, buscou-se elaborar e avaliar sensorialmente formulações de macarrão com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de palma (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller).

Material e métodos

Este trabalho foi desenvolvido no Instituto Multidisciplinar em Saúde, *Campus* Anísio Teixeira da Universidade Federal da Bahia (IMS-CAT-UFBA), do município de Vitória da Conquista–BA com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do IMS/CAT-UFBA, processo número 54672916.2.0000.5556 e parecer número 1.566.630.

Colheita e preparo da amostra

Foram utilizados brotos (cladódios jovens) de palma *Opuntia ficus-indica* L. Miller, coletados pela manhã, na zona rural de Vitória da Conquista-BA. Os brotos foram selecionados visualmente quanto à ausência de injúrias, sendo retirados os espinhos e higienizados com hipoclorito de sódio a 200 ppm.

Obtenção da farinha da palma

Os brotos de palma foram submetidos ao corte manual e distribuídos uniformemente em bandejas de aço inoxidável para procedimento de secagem em estufa de circulação de ar forçado a $60 \pm 5^\circ\text{C}$ até ponto de quebra. Após a secagem, a amostra foi pulverizada e acondicionada em sacos de polietileno etiquetados.

Formulações de macarrão tipo talharim

Para a elaboração das formulações de macarrão, foi seguida a metodologia descrita por Casagrandi *et al.* (1999). Foram realizadas as seguintes etapas: homogeneização parcial dos gêneros secos; hidratação e posterior homogeneização; amassamento e moldagem da massa; seccionamento com utensílio cortante em macarrão tipo talharim e cozimento em água e sal. Para o cozimento, foi utilizada a relação de massa de macarrão (g): massa de água (g) na proporção de 1:3. O tempo de cozimento foi determinado após realização de testes preliminares. Durante o processo de homogeneização manual, as massas foram sovadas até ficarem lisas e viáveis a serem esticadas para o corte, sendo instituída uma espessura de 1 mm para cada talharim.

A formulação padrão de macarrão tipo talharim (F0) apresentou os seguintes ingredientes: farinha de trigo, ovo, água e sal. E as formulações de macarrão com substituição parcial de farinha de trigo apresentaram as seguintes proporções de farinha de palma: F20 com 20%; F30 com 30% e F40 com 40%.

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas realizadas na farinha compreenderam a presença de *Salmonella sp.*, contagem de coliformes termotolerantes e *Bacillus cereus*, seguindo os métodos recomendados pela American Public Health Association (2001). Estas análises foram feitas para avaliar a qualidade microbiológica da farinha de palma a ser incorporada nas formulações de macarrão.

Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada em cabines individuais com iluminação natural. Participaram dos testes sensoriais do macarrão padrão e das formulações contendo farinha de palma, 50 provadores

não treinados, maiores de 18 anos, de ambos os sexos, recrutados aleatoriamente com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Por meio do recrutamento com aplicação de questionário, foram excluídos participantes que apresentaram alergia a algum constituinte das formulações e aversão aos produtos. Foram oferecidas aos provadores amostras de cada formulação preparada e identificadas com três dígitos aleatórios. Cada provador recebeu um copo com água para limpeza das papilas gustativas e a ficha para análise sensorial utilizando a escala hedônica de 9 pontos que variou de 1-desgostei muitíssimo a 9-gostei muitíssimo para os atributos cor, textura, aroma, sabor, aparência e avaliação global e intenção de compra que variou de 5–certamente compraria a 1–certamente não compraria (MINIM, 2006).

Análises de dados

Os resultados da análise sensorial das formulações de macarrão foram submetidos à análise estatística utilizando a análise de variância *one-way* (teste de *Tukey*), considerando $p < 0,05$, com auxílio do mesmo programa estatístico.

Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão inseridos os resultados da análise microbiológica da farinha de palma, os quais se encontraram dentro dos limites estabelecidos pela ANVISA na Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). Ressalta-se que a secagem adequada das matérias-primas representa uma técnica segura para conservação dos alimentos bem como garantia do controle higiênico-sanitário dos produtos.

Tabela 1 - Análise microbiológica da farinha de palma *Opuntia ficus indica* L. Miller. Vitória da Conquista, BA.

Microrganismos	Farinha de palma	Resolução - RDC nº 12/2001
Coliformes Termotolerantes	<3	<10 ²
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente em 25g	Ausente em 25 g
<i>Bacillus cereus</i>	<1	<3 x 10 ³

Fonte: Dos autores, 2019.

Na Tabela 2, estão dispostos os resultados da análise sensorial referente à formulação padrão de macarrão e formulações com diferentes concentrações de farinha de palma (20%, 30% e 40%). A análise sensorial não mostrou diferença ($p>0,05$) em relação à cor e a aparência das formulações. O teste de aceitação sensorial das formulações de macarrão com aplicação da escala hedônica, mostrou que todos os parâmetros das diversas formulações variaram de “desgostei ligeiramente” a “gostei ligeiramente”. O atributo cor foi menos aceito para a formulação padrão e na aparência, o menos aceito foi aquele com 30 e 40% de farinha de palma.

Tabela 2 - Análise sensorial das diferentes formulações de macarrão contendo farinha de palma (*Opuntia ficus indica* L. Miller), cultivar Gigante. Vitória da Conquista, BA (média±DP).

Formulações	F0	F20	F30	F40
Cor	5,68±1,78 ^a	6,46±1,76 ^a	6,42±1,78 ^a	6,22±1,93 ^a
Textura	6,80±1,49 ^a	6,10±1,58 ^{a,b}	5,76±1,77 ^b	5,68±1,92 ^b
Aroma	5,78±1,94 ^a	4,38±2,04 ^b	4,24±2,0 ^b	4,14±1,93 ^b
Sabor	6,34±1,62 ^a	4,86±1,94 ^b	4,72±1,97 ^b	4,66±1,77 ^b
Aparência	6,28±1,77 ^a	6,30±1,53 ^a	6,04±1,70 ^a	5,94±1,71 ^a
Avaliação global	6,58±1,36 ^a	5,76±1,74 ^{a,b}	5,32±1,63 ^b	5,08±1,69 ^b

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: F0: Formulação de macarrão padrão; F20: Formulação de macarrão com 20% de farinha de palma; F30: Formulação de macarrão com 30% de farinha de palma; F40: Formulação de macarrão com 40% de farinha de palma.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na mesma linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade ($p>0,05$) e médias seguidas de letras minúscula diferentes na mesma linha diferem significativamente a 5% de probabilidade ($p<0,05$), pelo teste de Tukey.

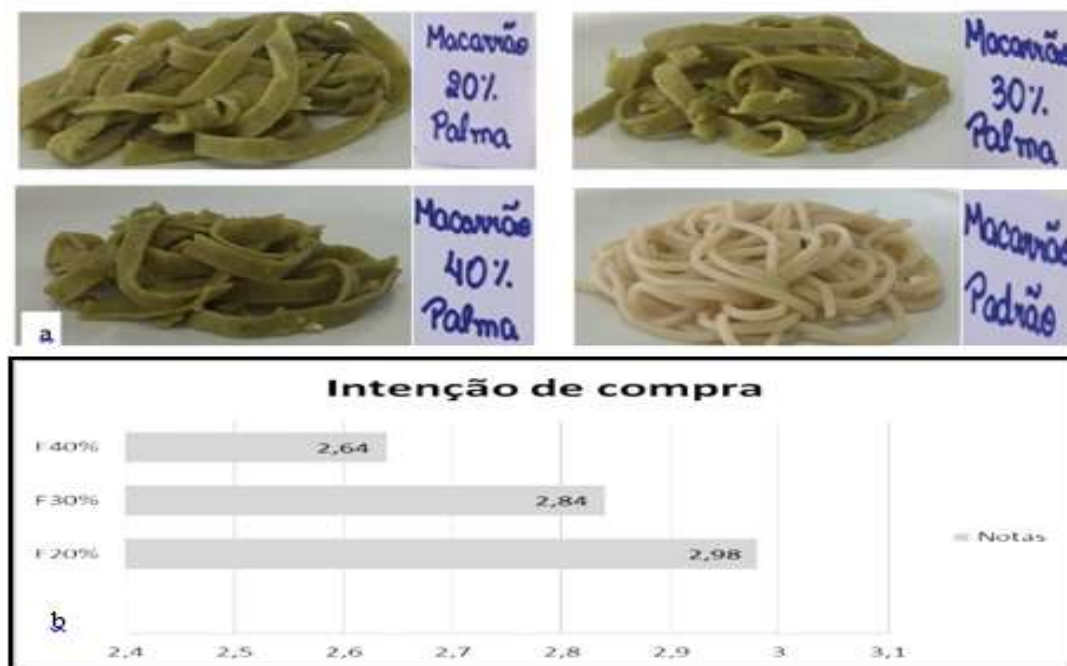
O aroma e o sabor do macarrão padrão receberam maior ($p<0,05$) pontuação em relação às outras formulações que não diferiram entre si ($p<0,05$) para estes atributos. Já a textura e a avaliação global do macarrão padrão não diferiram ($p>0,05$) daquele com concentração de 20%.

O aroma nas formulações de macarrão variou de “não gostei nem desgostei” a “desgostei ligeiramente”, mostrando que não agradou muito os avaliadores. Este atributo sensorial influencia na aceitação do alimento (CARRILO *et al.*, 2011), conseqüentemente, alguns avaliadores comentaram que o aroma influenciou na nota da avaliação global. Quanto ao sabor, variou de “gostei ligeiramente” a “desgostei ligeiramente”. Para as formulações com farinha de palma, houve menor aceitação com alguns avaliadores relatando que atribuíram nota baixa ao sabor pela massa apresentar sabor amargo residual.

A textura nas diferentes formulações de macarrão variou de “gostei ligeiramente” a “não gostei e nem desgostei”, com melhor aceitação para o macarrão padrão e para a formulação com 20% de farinha de palma. Este atributo sensorial ganha importância, por se tratar de um quesito que os consumidores avaliam junto com a cor e o aroma (SANTOS *et al.*, 2012). Para avaliação global, a formulação padrão apresentou valores médios de 6,58, não diferindo da formulação com 20% de farinha de palma (5,76).

Na Figura 1, também se encontram os resultados referentes à intenção de compra na qual não houve diferença ($p>0,05$) entre as formulações, tendo destaque a preparação com 20% de farinha de palma, apresentando valores médios de aproximadamente 3, sendo avaliada como um produto que “talvez compraria/talvez não compraria”. Esta incerteza assim como a análise dos demais atributo sensorial pode estar relacionado ao fato do teste não ter utilizado nenhum molho para acompanhar o macarrão, conforme mencionado acima e relatado por provadores, além de ser um produto inovador e não fazer parte da dieta regular da população.

Figura 1 a, b – Formulações de macarrão e resultados quanto à intenção de compra



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: F20: Formulação de macarrão com 20% de farinha de palma; F30: Formulação de macarrão com 30% de farinha de palma; F40: Formulação de macarrão com 40% de farinha de palma.

Nota: Médias das notas de intenção de compra das formulações de macarrão com farinha de palma não diferiram significativamente a 5% de probabilidade ($p>0,05$), pelo teste de Tukey.

Sato *et al.* (2019) pesquisaram o desenvolvimento de massa com adição de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) e verificaram que a formulação com 10% de ora-pro-nóbis apresentou maior aceitabilidade na aparência, sabor e textura e maior escore de decisão de compra do que a formulação com 20%. A adição de 20% de ora-pro-nóbis na massa causou um efeito negativo na aparência e na textura. Em relação à decisão de compra, os julgadores apresentaram resistência à formulação com 20% e isso pode estar associado à textura fibrosa e sabor característico da planta.

O desenvolvimento de produtos requer a avaliação da qualidade sanitária bem como aceitação sensorial proporcionando a inovação tecnológica, melhoria nos produtos e processos, além de atender aos nichos de mercado e preferências do consumidor. Vale destacar que a incorporação de farinha de palma à elaboração de massa fresca de macarrão implica na veiculação de elementos nutricionais e funcionais importantes como fibras, minerais e compostos antioxidantes que estão envolvidos nos processos de proteção contra as doenças crônicas degenerativas.

Conclusão

A utilização da farinha de palma em substituição à farinha de trigo em formulação de macarrão mostrou-se viável e apesar da aceitação regular devido ser um produto diferenciado do padrão, a farinha de palma representa uma alternativa para enriquecimento de produtos alimentícios visando explorar seu aporte nutricional e funcional. Assim, estudos futuros devem ser realizados no sentido de ajustar as formulações de macarrão com farinha de palma buscando melhor aceitação deste produto.

Referências

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for microbiological examination of foods**. 4^o ed. Washington: Downes FP, Ito K; 2001.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n. 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 de janeiro, 2001. Seção 1, p.45-53.
- CARRILO, M. G. V.; URIBE, G. A.; MONTES, A. H.; MERINO, G. C.; GUERRERO, O. A. Evaluación sensorial de tortillas de maíz recién elaboradas y empacadas. **Revista Mexicana de Ciências Agrícolas**, v. 2, n. 1, p. 161-167, 2011.
- CASAGRANDE, D. A.; CANIATTI-BRAZACA, S. G.; SALGADO, J. M.; PIZZINATTO, A.; NOVAES, N. J. Análise tecnológica, nutricional e sensorial de macarrão elaborado com farinha de trigo adicionada de farinha de feijão-guandu. **Revista de Nutrição**, v.12, p. 137-143, 1999.

- DÍAZ, M S. S.; ROSA, A-P. B.; TOUSSAINT, C. H.; GUÉRAUD, F.; SALVAYRE, A. N. Review Article - *Opuntia* spp: characterization and benefits in chronic diseases. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2017, p. 1-17, 2017.
- LEDAUPHIN, S.; POMMERET, D.; QANNARI, M. Application of hidden Markov model to products shelf lives. **Food Quality and Preference**, v.19, p.156-161, 2008.
- MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 225 p., 2006.
- OSUNA-MARTÍNEZ, U.; REYES-ESPARZA, J.; RODRÍGUEZ-FRAGOSO, L. Cactus (*Opuntia ficus-indica*): a review on its antioxidants properties and potential pharmacological use in chronic diseases. **Natural Products Chemistry & Research**, v. 2, n. 6, p. 2-8, 2014.
- RIBEIRO, S. L.; VIANA, E. B. M.; FERRAZ, J. S.; FIGUEIREDO, R. M.; SOUZA, C. C. E.; ZANUTO, M. E. **Caracterização físico-química e microbiológica de farinha de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* L. Miller) em diferentes estádios de desenvolvimento**. In: II Encontro Nacional da Agroindústria. Bananeiras-PB, p. 651-655; 2016.
- SANTOS, H. C. M.; SILVA, W. S.; FOGACA, D. N. L.; RODRIGUES, L. B. Análise do perfil de textura de queijos de coalho condimentado com carne seca durante o tempo de armazenagem sob refrigeração. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 4, n.13, p. 117-122, 2012.
- SANTOS-ZEA, L.S.; GUTIERREZ-URIBE, J. A.; SERNA-SALDIVAR, S. O. Comparative analyses of total phenols, antioxidant activity, and flavonol glycoside profile of cladode fluors from different varieties of *Opuntia* spp. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 13, p. 7054-7061, 2011.
- SATO, R.; CILLI, L. P. Lima; OLIVEIRA, B. E.; MACIEL, V.B.V.; VENTURINI, A. C.; YOSHIDA, C. M. P. Nutritional improvement of pasta with *Pereskia aculeata* Miller: a non-conventional edible vegetable. **Food Science and Technology**, v. 39, supl. 1, p. 28-34, 2019.

Capítulo 28

Caracterização de extratos de cafés arábica da região Norte de Minas Gerais extraídos a frio com o potencial para aplicação na produção de café solúvel liofilizado

Lívia Alves Barroso*¹; Iara Lopes Lemos²; Pedro Ricardo Martins Lopes da Fonte³; Joyce Maria Gomes da Costa⁴; João Vinícios Wirbitzki da Silveira⁴, Tatiana Nunes Amaral⁴

Resumo

Dado o crescimento significativo do café extraído a frio no mercado de cafés e a importância potencial dos compostos bioativos do café na saúde humana, esta pesquisa teve como objetivo realizar a extração a frio de cafés regionais e analisar suas características para posterior utilização na produção de cafés solúveis liofilizados. Os parâmetros estudados foram a atividade antioxidante (método DPPH), atividade antimicrobiana, sólidos solúveis e pH. As extrações ocorreram com cafés comerciais de grãos arábica de duas regiões de Minas Gerais, Capelinha (amostra A) e Novo Cruzeiro (amostra B) torrado e moído em *mesh* pré estabelecido. Os extratos não apresentaram atividade antimicrobiana, o café da amostra B apresentou característica de bebida menos ácida e ambos os cafés apresentaram boa atividade antioxidante $80,21\% \pm 0,05$ (amostra A) e $80,01\% \pm 0,19$ (Amostra B) demonstrando com estes resultados que o método de extração a frio foi eficiente e poderia assim ser utilizado como extrato para produção de cafés solúveis liofilizados.

Palavras-chave: Atividade antimicrobiana. Atividade antioxidante. Coffea arabica. Cold brew. Extração a frio.

Introdução

O café é uma das bebidas mais consumidas mundialmente, destacando-se em sua composição algumas substâncias biologicamente ativas, ou seja, que exercem benefícios à saúde humana, como o ácido clorogênico, a trigonelina e a cafeína. A maior parte desse café consumido é preparada através de vários métodos de extração a quente, em que a água quente solubiliza e extrai numerosos compostos orgânicos dos grãos de café torrado e moído. No entanto, nos últimos anos as técnicas de

¹Mestranda, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

²Graduanda, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

³ Docente, Escola de Ciências e Tecnologias da Saúde, Universidade Lusófona (Portugal)

⁴ Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

preparação de café com extração a frio têm crescido e ganhado popularidade, tanto para o consumo em casa ou em cafeterias. De acordo com Perez (2017), estima-se que as vendas de cafeterias de cafés extraídos a quente caíram 3% em 2016, enquanto as vendas de café extraídos a frio subiram quase 80% em relação ao recorde do ano anterior, esse aumento no consumo tem relação direta com o fato de que processos mais frios e mais lentos alteram o sabor, aroma e compostos bioativos, além de tornar a bebida do café mais doce, suave e com um sabor mais encorpado do que o café extraído convencionalmente.

Na tentativa de capitalizar nesse mercado em rápido crescimento, as empresas como Dunkin Donuts, Starbucks e outras fornecedoras de café comercial tem aumentado seu investimento em bebidas de café extraído a frio. Além disso a indústria de capsulas já começaram a explorar as oportunidades existentes no mercado de cafés gelados, recentemente, a Nespresso lançou duas edições limitadas de cápsulas especialmente desenvolvidas para serem consumidas geladas (PEREZ, 2017).

O café extraído a frio, que não deve ser confundido com o café gelado (que é extraído a quente e servido com adição de gelo) pode ser preparado à temperatura ambiente (20 a 25°C) ou com temperatura de refrigeração (2 a 4 °C) durante um período de tempo mais longo do que os métodos tradicionais de extração. O café é um processo de extração dependente de variáveis como volume de água, temperatura da água, diâmetro das partículas, porosidade da matriz, rede de poros entre as partículas de moagem de café e tempo de extração. A temperatura influencia de forma significativa a solubilidade aquosa dos compostos, sendo que as diferenças nas temperaturas de preparação podem resultar em composições significativamente diferentes em cafés quentes e em cafés frios. Ademais, os tempos de extrações mais longos do café frio podem afetar a composição final do café extraído (CASTILLO; AMES; GORDON, 2002).

Com relação ao café obtido através da extração a quente é possível encontrar uma vasta literatura com detalhes relacionados a química do café, concentração de cafeína e os compostos bioativos, como os ácidos clorogênico e feruloyl. O ácido clorogênico é um dos compostos responsáveis pela transmissão do amargor para o café, além de ser conhecido como antioxidantes ativos que podem causar benefícios à saúde em pessoas consumidores de café (SATO *et al.*, 2011). A presença desses compostos bioativos na complexa composição química dos extratos de café induziu os inúmeros estudos epidemiológicos para averiguar o grau e a maneira pela qual o café confere riscos e/ou benefícios para o consumidor. Os aumentos nas temperaturas de torrefação estão correlacionados a uma diminuição nas concentrações de ácido clorogênico extraível e a um aumento nas concentrações de cafeína (MORONEY *et al.*, 2016). No entanto, devido às diferenças químicas

potenciais entre o café extraído a quente e a frio, não se sabe ao certo se a extração a frio apresentará os mesmos benefícios da extração a quente, o que se torna necessário o desenvolvimento de pesquisas relacionada a extração do café a frio. Deste modo, o objetivo deste trabalho é analisar dois cafés arábica de regiões diferentes do estado de Minas Gerais e caracterizar a extração a frio desses cafés quanto a atividade antioxidante, atividade antimicrobiana, pH e sólidos solúveis para verificar uma possível aplicação do extrato na produção de cafés solúveis liofilizados.

Material e métodos

As análises deste estudo foram realizadas no Centro de Pesquisa em Biociências e Tecnologias da Saúde, da Escola de Ciências e Tecnologias da Saúde, localizada na Universidade Lusófona, em Lisboa, Portugal, e no laboratório de Matérias-Primas Alimentares do curso de Engenharia de Alimentos, no Instituto de Ciência e Tecnologia localizado na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* Diamantina, Minas Gerais. Os cafés utilizados foram obtidos torrados e em grãos de duas regiões do estado de Minas Gerais, Capelinha (amostra A) e Novo Cruzeiro (amostra B), ambos do tipo arábica.

Extração dos cafés

Os dois cafés torrados foram moídos em granulometria pré estabelecida (retenção entre mesh #24 e #20) para realização da extração que ocorreu a frio com temperatura de refrigeração (4°C). O café foi moído e infundido com água destilada fria por 72 horas sob agitação (500 rpm). As extrações foram realizadas em triplicata para cada amostra de café. Após a extração, os extratos foram transferidos para tubos falcon (50 mL) e centrifugados a 22500 rpm por 10 min (centrifuga HERMLE Z 2Z 323 K), após a realização da centrifugação o sobrenadante foi filtrado a vácuo e o sobrenadante foi armazenado em frascos âmbar até serem analisados.

Análise dos extratos de cafés

As características físico-químicas avaliadas nos extratos foram o pH e sólidos solúveis. O pH foi determinado com o auxílio de um pHmetro digital (marca Metrohm) devidamente calibrado. A determinação de sólidos solúveis foi realizada por refratometria segundo o método 932.12, da

Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1998) com o uso do refratômetro digital (marca Instrutherm modelo RTD-95) com os resultados expressos em °Brix.

Para avaliar a capacidade de recaptação de radicais do extrato foi usado o método do DPPH, onde foram adicionados 10 µL de extrato do café (amostra) a 990 µL de solução de DPPH (0,002% em metanol). A mistura foi incubada durante 30 minutos à temperatura ambiente. A absorvência foi medida a 517 nm contra o correspondente branco e a atividade antioxidante foi calculada como previamente descrito por Falé *et al.* (2009): % AA = [(ADPPH-Asample) / ADPPH] x 100, em que AA é a atividade antioxidante, ADPPH é a absorção da solução de DPPH contra o branco e a amostra é a absorção das formulações / extrato contra o branco. Os testes foram realizados em triplicata e a concentração de extrato de café responsável por 50% da atividade antioxidante (IC50) foi obtida através da representação gráfica da atividade antioxidante contra a concentração de extrato.

Para a avaliação da atividade antimicrobiana os extratos de cafés foram testados contra seis estirpes de bactérias e uma levedura pelo método de difusão em poço. Bactérias gram positivas (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* ATCC 6633), bactéria Gram negativa (*Escherichia coli* ATCC 25922), e a levedura *Candida albicans* (ATCC 10231) foram utilizadas como estirpes de referência para os testes de atividade antimicrobiana.

O meio de cultura Mueller-Hinton (3 mm de camada) foi colocado em placas de Petri (8 cm de diâmetro) armazenadas a 8 °C. Sete cilindros equidistantes foram dispostos na superfície do meio de Mueller-Hinton. Um volume de 50 µL de solução (20 mg/mL) foram adicionados aos cilindros usando uma micropipeta. Os poços (5 mm de diâmetro) com vancomicina (1 mg/mL), norfloxacina (1 mg/mL), e anfotericina B (1 mg/mL) foram utilizados como controles positivos. DMSO 100% foi usado como controle negativo. As placas microbianas foram incubadas a 37 °C durante 24 h. Após a incubação, os halos de inibição de crescimento foram medidos com uma precisão de 1 mm. Todos os testes de difusão em poço foram feitos em três experiências independentes e a atividade antimicrobiana foi expressa como a média dos halos de inibição de crescimento (mm).

Os resultados do estudo foram analisados pelo programa estatístico STATISTICA 7.0. Os dados estão apresentados como média (X) e desvio-padrão da média (DP). A comparação entre os cafés foi realizada pelo teste “t” *student* não pareado, a significância estatística utilizada foi p < 0,05.

Resultados e discussão

No presente estudo foi avaliado o comportamento da extração do café a frio quanto ao pH, a quantidade de sólidos solúveis, atividade antioxidante e atividade antimicrobiana de dois cafés da região Norte de Minas Gerais.

Os valores de pH em relação a amostra A e amostra B não apresentaram diferença significativa entre eles, $5,47 \pm 0,07$ e $5,83 \pm 0,02$, respectivamente. A amostra A apresentou valores de pH que se aproximaram dos intervalos (4,95 e 5,3) aconselhados por Fernandes *et al.* (2003) para dispor de uma bebida com sabor palatável, sem excesso de acidez ou amargor; esses valores de pH superiores são justificados pelo grau de torra do café, de acordo com Moura *et al.* (2007) a intensidade de torra é proporcional ao valor do pH, pois ocorre degradação dos ácidos presentes no café verde e também degradação daqueles formados no início do processo de torra. Com relação ao teor de sólidos solúveis totais a amostra A (7°Brix) e amostra B (8°Brix) apresentaram valores inferiores aos encontrados por Lopes *et al.* (2000) que encontraram valores entre 23 – 28% para análise de cafés torrados 100% arábica, essa diferença pode estar diretamente relacionada com a diferença entre os métodos de extração a quente e a frio.

O halo de inibição de crescimento das formulações, do extrato e dos antibióticos padrão (controle positivo) está apresentada na Tabela 1 e na Figura 1.

Tabela 1 – Atividade antimicrobiana dos extratos de café extraídos a frio

	Bacteria			Levedura
	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>C. albicans</i>
A	-	-	-	-
B	-	-	-	-
Controle	++	++	++	++

Fonte: Dos autores, 2019.

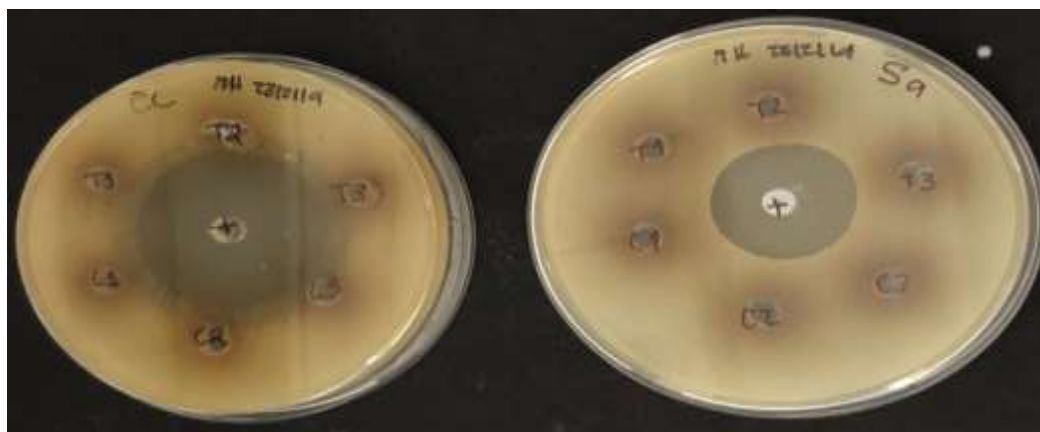
Legenda: Amostra A: Café de Capelinha; Amostra B: Café de Novo Cruzeiro.

- : Ausência de atividade antimicrobiana, halo de inibição de crescimento = DMSO (controle negativo) = 5 mm. ++: Atividade antimicrobiana, halo de inibição de crescimento > DMSO (controle negativo) 5 - 10 mm.

Para *S. aureus*, *S. epidermidis*, *B. subtilis* foi utilizada a vancomicina (1 mg/mL) como controle positivo, para *E. coli*, a norfloxacina (1 mg/mL) e a anfotericina B (10 µL/mL) foi utilizada para a *C. albicans*. Nenhuma extração de ambos os cafés apresentaram atividade antimicrobiana em comparação com o controle negativo (DMSO). Há poucos estudos de microbiologia com café ou seus

compostos isolados, Rahua *et al.* (2000) estudaram os efeitos antifúngico e antibacteriano do ácido cafeico, um composto fenólico comum que pode ser encontrado nos grãos de café. Eles também não encontraram efeitos antibacterianos nem antifúngicos para este composto.

Figura 1 - Halos de inibição de crescimento dos extratos de café para *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* testado.



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: EC: *Escherichia coli*; SA: *Staphylococcus aureus*; T1, T2 e T3: Café de Novo Cruzeiro; C1, C2 e C3: Café de Capelinha.

Em relação a atividade antioxidante das amostras de cafés extraídas a frio estas apresentaram altos valores com relação a % de inibição, $80,21 \pm 0,05$ (amostra A) e $80,01 \pm 0,19$ (Amostra B). Esses resultados obtidos foram maiores que os valores encontrados por Vignoli, Bassoli e Benassi (2012), que encontraram valores de 47,25% para análise de atividade antioxidante por DPPH, a diferença entre os estudos pode ter relação com a forma de extração e o teor de concentração, visto que com elevação da concentração de amostra, há um aumento no teor de compostos antioxidantes.

Conclusão

No presente estudo, as extrações a frio de ambos os cafés apresentaram alta atividade antioxidante e valores adequados de pH, que contribuem para a palatabilidade do café. No entanto, nenhuma amostra apresentou valores positivos para atividade antimicrobiana.

Com relação aos sólidos solúveis os valores encontrados foram baixos quando comparados a amostras extraídas a quente da literatura, o que instiga o desenvolvimento de uma nova análise comparando a extração a quente de ambos os cafés com as mesmas concentrações.

Em geral o trabalho apresentou valores positivos e demonstrou ser um bom potencial para aplicação tecnológica como base para produção de cafés solúveis.

Agradecimentos

Agradecemos ao Centro de Pesquisa em Biociências e Tecnologias da Saúde da Universidade Lusofónia e ao Laboratório de Matérias-Primas Alimentares da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (*campus* Diamantina) pela disponibilidade do espaço e utilização dos laboratórios, equipamentos, reagentes e materiais que auxiliaram na realização dos testes. Agradecemos ainda ao apoio financeiro da Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Minas Gerais FAPEMIG.

Referências

- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington DC, EUA. 1998.
- CASTILLO, M. D.; AMES, J. M.; GORDON, M. H. Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. **J. Agric. Food Chem.** 50, 3698–3703, 2002.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz (IAL), v. 4, p.533, 2008.
- FALÉ, P.L.; BORGES, C.; MADEIRA, P. J. A.; ASCENSÃO, L.; ARAÚJO, M. E. M.; FLORENCIO, M. H.; SERRALHEIRO, M. L. M. Rosmarinic acid, scutellarein 40-methyl ether 7-O - glucuronide and (16S)-coleon E are the main compounds responsible for the antiacetylcholinesterase and antioxidant activity in herbal tea of *Plectranthus barbatus* ("falso boldo"). **Food Chemistry**; 114: 708-805, 2009.
- FERNANDES, S. M. *et al.* Constituintes químicos e teor de extrato aquoso de cafés arábica (*Coffea arábica* L.) e conilon (*Coffea canephora* Pierre) torrados. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 27, n. 5, p. 1076-1081, set./out. 2003.
- LOPES, L.M.V. **Avaliação da qualidade de grãos de café crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arábica* L.)**. 2000. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- MORONEY, K. M.; LEE, W. T.; O'BRIEN, S. B. G.; SUIJVER, F.; MARRA, J. Coffee extraction kinetics in a well mixed system. **J. Math. Ind.** 7, 2016.
- MOURA, S. C. S. R. *et al.* Influência dos parâmetros de torração nas características físicas, químicas e sensoriais do café arábica puro. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 17-25, 2007.
- PEREZ, M. **Cold Brew Might Save the Coffee Market**. Bloomberg Markets (2017). Disponível em: <https://www.bloombergquint.com/onweb/hot-sales-of-cold-brew-might-just-be-what-coffee-market-needs>. Acesso em: 8 maio 2019.
- RAHUA J-P, REMES S, HEINONEN M, HOPIA A, KÄHKÖNEN M, KUJALA T, PIHLAJA K, VUORELA H, VUORELA P. Antimicrobial effects of finish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. **International Journal of Food Microbiology**; 56:3-12, 2000.

SATO, Y. *et al.* In vitro and in vivo antioxidant properties of chlorogenic acid and caffeic acid. **Int. J. Pharm.** 403, 136–138, 2011.

VIGNOLI, J. A.; BASSOLI, D. G.; BENASSI, M. de T. Atividade antioxidante de cafés torrado e solúvel padronização e validação de métodos. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 68-75, jan./abr. 2012.

Capítulo 29

Caracterização de frutos de diferentes espécies de Palma forrageira

Loranny Danielle Pereira de Oliveira*¹; Ariane Castricini²; Maristella Martineli³; Polyanna Mara de Oliveira⁴;

Resumo

A Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*. e *Nopalea cochenilifera*) é muito cultivada em diversas regiões do Brasil, principalmente as semiáridas. Os frutos de *Opuntia ficus-indica* é conhecido como figo-da-índia, e como os de *Nopalea cochenilifera* podem ser consumidos *in natura* ou processados e são ricos em nutrientes, além de saborosos. O presente estudo foi realizado com o objetivo de caracterizar frutos de diferentes clones de *Opuntia* e *Nopalea*. Foi avaliada a coloração da casca e da polpa, comprimento, diâmetro, massa fresca média, teor de sólidos solúveis e firmeza do fruto. Em média os frutos dos dois clones de *Opuntia ficus-indica* tiveram maior massa fresca, comprimento e largura, e coloração alaranjada e maior teor de sólidos solúveis, sendo entre 18 a 20 °Brix. Em relação aos de *Nopalea cochenillifera* esses, são menores e possuem coloração da casca e da polpa vermelha.

Palavras-chave: *Opuntia ficus-indica*; *Nopalea cochenilifera*, frutos, pós-colheita

Introdução

A Palma Forrageira (*Opuntia* spp. e *Nopalea* spp), pertence à família das cactáceas e é utilizada na alimentação animal, como forragem e para alimentação humana utilizam-se os brotos ou cladódios jovens e frutos. Segundo Primo (2008) para a produção de frutas existe cultivares com casca e polpa de diferentes cores, variando de vermelho púrpura, amarelo, laranja, branco amarelado (creme) e verdosos. Entre cultivares também se observam diferenças quanto ao tamanho do fruto,

¹ Acadêmica de Agronomia

² Eng^a Agrônoma, D.Sc., Pesquisadora Epamig Norte, Rodovia MGT 122, Km 155, Caixa Postal 12, CEP 39525-000 Nova Porteirinha-MG. ariane@epamig.br

³ Eng^a Agrônoma, D.Sc., Docente Unimontes, Campus Janaúba, CEP 39440-000, Janaúba – MG. maristellamartineli@yahoo.com.br

⁴ Eng^a. Agrícola, D.Sc., Pesquisadora Epamig Norte, Rodovia MGT 122, Km 155, Caixa Postal 12, CEP 39525-000 Nova Porteirinha-MG.

*Loranny Danielle Pereira de Oliveira: lodanyp@gmail.com

tempo de maturação, quantidade de sementes (MONDRAGÓN-JACOBO e PIMIENTA-BARRIOS, 1995 citados por INGLESE *et al.*, 2002). O fruto de *Opuntia ficus-indica* é conhecido como figo-da-índia

O desenvolvimento fisiológico do fruto ocorre entre 70 e 110 dias após a floração, podendo estender-se até 150 dias, na dependência da cultivar, do manejo cultural, das condições edafoclimáticas e dos tratamentos pós-colheita. O ciclo de desenvolvimento compreende três fases, caracterizadas por: aumento do peso fresco e seco da casca; parada do crescimento global, acompanhada do desenvolvimento das sementes e polpa e expansão da parte comestível (GARCÍA, 2003).

Quando colhidos no estágio de maturação comercial apresentam uma lenta redução da taxa de respiração ao longo do tempo de armazenamento, comportamento dependente, dentre outros fatores, da variedade (CANTWELL, 2001). As plantas podem ser usadas como forragem, na alimentação humana como verdura (cladódios jovens) e para produção de algumas frutas comestíveis (BARBERA 2001).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar frutos de clones de espécies de palma forrageira com aptidão para consumo *in natura* ou industrialização.

Material e métodos

Os frutos de *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenilifera* foram colhidos em um banco de germoplasma de palma forrageira, localizado em área experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG Norte), Campo Experimental do Gorutuba, em Nova Porteirinha, Minas Gerais. Foram utilizados os clones IPA 100412 (IPA 90-11) e IPA 200023 (Jalpa) de *Opuntia ficus-indica* e IPA 200021 (F21) e IPA 200205 (IPA – Sertânia) de *Nopalea cochenilifera*.

A coleta dos frutos foi realizada quando os mesmos já estavam completamente maduros, facilmente destacáveis da planta e levados ao laboratório de Pós-colheita da EPAMIG Norte onde foram caracterizados quanto à cor da casca e da polpa, comprimento (mm), diâmetro (mm), massa fresca média (g), teor de sólidos solúveis (%) e firmeza. A cor da casca e da polpa foi determinada por colorímetro Konica Minolta, expressa em L* (luminosidade), C* (cromaticidade) e h (ângulo hue). O comprimento e diâmetro foram mensurados com paquímetro digital, expressos em mm. A massa fresca média dos frutos foi obtida com auxílio de balança analítica digital, expressa em g. O teor de sólidos solúveis foi determinado por refratômetro digital modelo PR 101, e os resultados expressos em °Brix. A firmeza dos frutos foi determinada na região equatorial, após duas perfurações

com penetrômetro digital com ponteira cônica, os valores foram expressos em N. Os valores referentes às caracterizações foram apresentados em tabelas e em figuras.

Resultados e discussão

A partir dos valores obtidos pode-se verificar que fruto dos dois clones de *Opuntia ficus-indica*, tem maior comprimento, diâmetro e massa fresca em relação aos de *Nopalea cochenillifera*, conforme apresentado na Tabela 1.

O teor de sólidos (Tabela 1) solúveis é mais alto em frutos de *Opuntia* e isto confere aos mesmos, importante característica tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento. De acordo com Chitarra & Chitarra (2005) o teor de açúcares normalmente constitui cerca de 85% do teor de sólidos solúveis; assim, os frutos com teores de sólidos solúveis mais elevados são preferidos tendo em vista o consumo *in natura* e o processamento, por acarretar maior rendimento, menor custo operacional e excelente grau de doçura (PEREIRA *et al.*, 2000).

A firmeza (Tabela 1) foi 3,25 N, 7,15 N, 8,35 N e 9,35 N para frutos de IPA 200023, IPA 200205, IPA 200021 e 100412, respectivamente. Frutos mais firmes no momento de colheita são menos propensos às perdas pós-colheita, pois tendem a sofrer menos danos no manuseio e transporte e poderão ter maior tempo de conservação, em condições adequadas de armazenamento.

Tabela 1 – Massa fresca média, comprimento, diâmetro (mm) e teor de sólidos solúveis e firmeza de fruto da palma forrageira.

Clones	Massa fresca (g)	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Sólidos solúveis (°Brix)	Firmeza (N)
IPA 100412	101,87	82,63	50,27	18,0	9,35
IPA 200023	131,10	86,84	79,0	20,0	3,25
IPA 200021	26,68	46,50	34,88	8,40	8,35
IPA 200205	14,18	36,42	27,07	10,80	7,15

Fonte: Dos autores, 2019

Os valores obtidos de ângulo hue da cor da casca e da polpa dos clones de *Opuntia ficus-indica* (Tabela 2), caracterizam os frutos como de coloração amarelo – alaranjada. Para os clones de *Nopalea cochenillifera* os valores angulares menores, indicam que esses frutos possuem tanto a casca quanto a polpa vermelha.

Maiores valores de luminosidade na casca dos frutos em relação à polpa indicam que a primeira tem a tonalidade da cor mais clara que a segunda, isso para ambas as espécies. No entanto, os valores de croma mais elevados para a polpa, indicam que *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera* tem a coloração amarelo – alaranjada e vermelha mais ‘viva’/brilhante na polpa que na casca, respectivamente. Os aspectos da cor da casca e da polpa podem ser vistos nas Figuras 1 e 2.

Tabela 2 – Cor da casca e da polpa de clones de *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera* expressa em h (ângulo hue), L* (luminosidade) e C* (cromaticidade)

Clone	L*	C*	H°
CASCA			
IPA 100412	54,11	36,62	78,19
IPA 200023	53,06	39,28	75,29
IPA 200021	27,57	14,45	18,11
IPA 200205	30,5	26,79	20,07
POLPA			
IPA 100412	49,27	52,68	83,20
IPA 200023	46,79	50,90	84,78
IPA 200021	18,35	31,40	20,03
IPA 200205	16,80	14,59	12,98

Figura 1 - Cor da polpa de clones de *Opuntia ficus-indica*



Foto: Ariane Castricini

Figura 2 - Cor da polpa de clones de *Nopalea cochenillifera*



Foto: Ariane Castricini

Conclusão

Frutos dos clones de *Opuntia ficus-indica* tem em média 84,74 mm de comprimento, 64,64 mm de diâmetro, 116,49 g de massa fresca, 19° Brix de sólidos solúveis e 6,3 N de firmeza. São amarelos–alaranjados tanto na casca quanto na polpa e podem ser boa opção para consumo *in natura* e processamento.

Frutos dos clones de *Nopalea cochenillifera* tem em média 41,46 mm de comprimento, 31 mm diâmetro, 20,43 g de massa fresca, 9,6° Brix de sólidos solúveis e 7,75 N firmeza. Pela cor vermelha atrativa, pode ser uma boa opção para fabricação de geléias, sucos, licores, corantes.

Agradecimentos

À FAPEMIG pelo apoio financeiro no desenvolvimento dos projetos de pesquisa e pelas Bolsas de Incentivo à Pesquisa.

Referências

- BARBERA, G.; INGLESE, P. **Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira**. Paraiba: SEBRAE PB, 2001. 217 p.
- CANTWELL, M. 2001. **Manejo pós-colheita de frutas e verduras de palma forrageira**. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. FAO/ Sebrae. pp.123–139
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 320p.

GARCÍA, J. C. 2003. **Fisiología y tecnología poscosecha de la tuna y el napolito**. In: GARCÍA, J. C.; VALDEZ, C.A.F. (Eds). **Nopalitos y tunas: producción, comercialización, poscosecha e industrialización**. Chapingo. pp.117-152.

MONDRAGÓN-JACOBO; PIMIENTA-BARRIOS 1995. In: INGLESE, P.; BASILE, F.; SCHIRRA, M. **Cactus pear fruit production**. In: Park S. Nobel (Ed). *Cacti: Biology and Uses*. Ed. University of California Press. California, EUA 280 p. 2002.

PEREIRA, M. C. T.; SALOMÃO, L. C. C.; MOTA, W. F. DA; VIEIRA, G. **Atributos físicos e químicos de frutos de oito clones de jabuticabeiras**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.22, p.16-21, 2000. 1995.

PRIMO, D. M. de B. **Fisiologia da maturação e conservação pós-colheita de frutos de palma forrageira**. 165 p. Dissertação (Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. Areia – PB. 2008.

Capítulo 30

Desenvolvimento e avaliação da qualidade de barras de cereais com polpa e amêndoa de pequi (*Caryocar brasiliense*)

Jéssica Gomes Costa¹; Marinna Fabiane Lourenço Ferreira²; Ana Carolina Ribeiro³; Aline Cristina Arruda Gonçalves⁴; Christiano Vieira Pires⁵; Felipe Machado Trombete⁶

Resumo

Os frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) possuem grande relevância nutricional, com destaque para o elevado teor de fibras alimentares e lipídios, bem como, compostos bioativos. Percebe-se no mercado consumidor um maior reconhecimento e valorização dos frutos do cerrado e, a utilização do pequi no desenvolvimento de uma barra de cereal pode ser uma alternativa interessante para a maior popularização do seu consumo, bem como, diversificação das características sensoriais do produto. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a aceitação sensorial de diferentes formulações de barras de cereais elaboradas com polpa e amêndoa de pequi, bem como, analisar suas propriedades físico-químicas. As formulações foram desenvolvidas utilizando polpa (mesocarpo) branqueada e amêndoa, em diferentes proporções. A avaliação sensorial por escala hedônica demonstrou boa aceitação do produto e os resultados físico-químicas permitiram concluir que o produto desenvolvido pode ser classificado como energético e apresenta características adequadas para comercialização.

Palavras-chave: Avaliação sensorial. Cereais. Desenvolvimento de novos produtos. Frutos do cerrado.

Introdução

Os frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense*), pertencentes a família Caryocaraceae, são característicos do Cerrado Brasileiro e muito apreciados pela população local devido ao seu mesocarpo comestível que representa cerca de 11% do fruto, sendo popularmente utilizado como alimento, na forma *in natura*, como conservas, molhos, dentre outros e, também, para extração de

¹Discentes de Graduação, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João del-Rei

² Docentes Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João del-Rei

óleo, tratamento medicinal e como fonte de renda através da sua comercialização em feiras e mercados populares (GARCIA *et al.*, 2017; PINTO *et al.*, 2016).

A polpa do pequi possui grande relevância nutricional, sendo a cada 100 g da polpa crua constituída por cerca de 19 g de fibra alimentar, 18 g de lipídios, 13 g de carboidratos, 2,3 g de proteína e 0,8 g de minerais (TACO, 2011). Seu aroma e sabor frutados são característicos, bem como sua coloração amarela intensa que deve-se as altas concentrações de carotenoides, sendo presente também compostos fenólicos e antioxidantes (PINTO *et al.*, 2018; ROCHA *et al.*, 2015). Schiassi *et al.* (2018) ressaltam a diversidade dos frutos do cerrado brasileiro em termos sensoriais, que possuem sabores e aromas ainda pouco conhecidos pelos consumidores, bem como, a relevância nutricional dos frutos, destacando os elevados conteúdos de fibras, vitaminas, minerais e compostos bioativos, tais como o licopeno, β -caroteno, dentre diversos outros nutricionalmente relevantes.

O fruto do pequi possui em seu interior um endocarpo espinhoso que envolve a semente comestível, popularmente conhecida por castanha ou amêndoa de pequi, de sabor levemente adocicado e suave. A frutificação ocorre de setembro a fevereiro e cada planta pode fornecer aproximadamente 6.000 frutos por ano, dependendo das condições climáticas, tipo de solo, dentre outros (PERES, 2017).

Atualmente, percebe-se no mercado consumidor um maior reconhecimento e valorização dos frutos do cerrado e a transformação do pequi em produtos processados, em adequadas condições de higiene e boas práticas de fabricação, pode ser uma alternativa para o seu consumo no períodos de entressafas, uma vez que, os frutos são altamente perecíveis principalmente pelo elevado teor de umidade e lipídios insaturados.

Dessa forma, a produção de barras de cereais utilizando a polpa e/ou a amêndoa pode contribuir com a valorização dessa matéria-prima, bem como, para a maior popularização dos frutos. Dessa forma esse trabalho teve como objetivo desenvolver uma barra de cereais com adição de polpa e amêndoa de pequi, bem como, avaliar sua aceitação sensorial e composição físico-química.

Material e métodos

Os caroços de pequi (*Caryocar brasiliense*) foram adquiridos no comércio popular da cidade de Sete Lagoas (MG), em janeiro de 2018, já desprovidos do mesocarpo externo. Os frutos foram transportados para o Laboratório de Tecnologia de Cereais e Produtos Amiláceos, do Departamento de Engenharia de Alimentos da UFSJ *Campus Sete Lagoas* (DEALI-UFSJ), onde foi realizada uma

seleção, retirando os frutos danificados e imaturos. Os demais ingredientes utilizados nas formulações das barras foram todas de uso alimentício e dentro do prazo de validade estabelecido pelos fabricantes.

Os frutos foram despulpados manualmente com uso de faca de aço inoxidável, retirando-se lascas da polpa com o cuidado de não atingir a camada de acúleos dos frutos. Dessa forma, foram obtidas as polpas e os caroços despulpados contendo em seu interior as amêndoas. As polpas foram branqueadas através da imersão em água em ebulição por cinco min, sendo posteriormente retiradas e imediatamente submersas em água a 10 °C por cinco min. A polpa branqueada e os caroços despulpados (Figura 01) foram desidratados em forno elétrico com ventilação (G. Paniz Fte150) a 75 °C por 8 h.

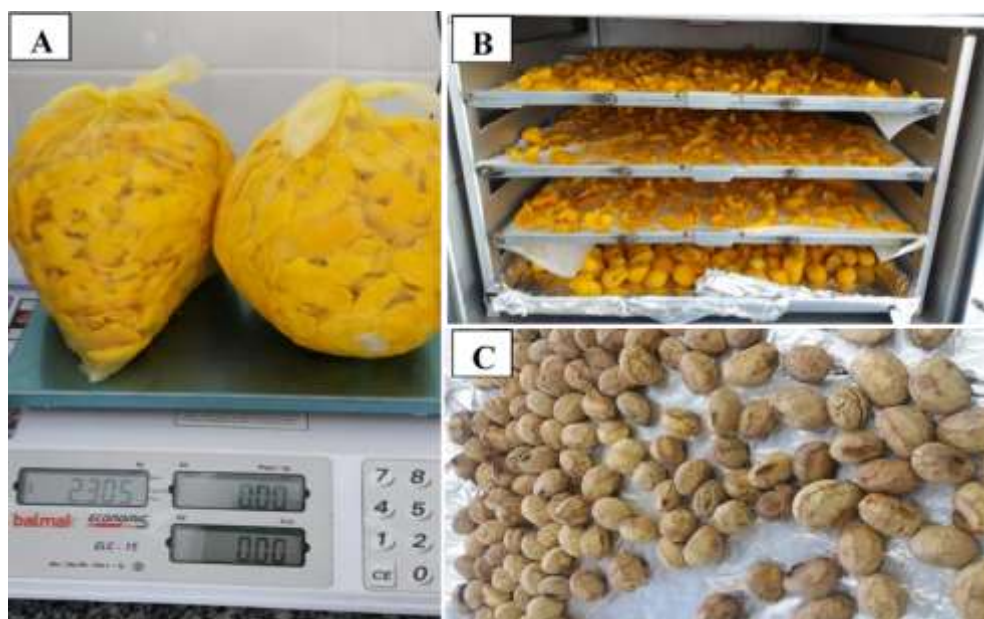
As amêndoas foram extraídas dos caroços despulpados através de um corte horizontal, partindo a amêndoa ao meio. Todas as amêndoas extraídas foram inspecionadas, uma a uma, a fim de verificar a presença de acúleos, os quais foram removidos com auxílio de pinça caso estivessem presentes nas amêndoas. A polpa branqueada e as amêndoas selecionadas foram então embaladas a vácuo, utilizando plástico de polietileno transparente e armazenadas em refrigeração (5 °C) até a fabricação das barras.

Para o desenvolvimento das barras de cereais foram realizadas as seguintes etapas: pesagem dos ingredientes, mistura dos cereais, preparo da solução aglutinante, obtenção da massa, modelagem da barra, resfriamento, corte e embalagem. A solução aglutinante, composta pelo açúcar mascavo e xarope de glicose foi homogeneizada em panela de aço inox e levada à aquecimento até atingir a 105 °C, sendo monitorado por termômetro digital. Os ingredientes secos foram então adicionados a solução aglutinante de forma contínua até completa homogeneização de todos os ingredientes. Em seguida, ao atingir 38 °C foi realizada a laminação da massa, transferindo para formas retangulares de aço inox e comprimindo até adquirir espessura de 10 mm. A massa foi cortada a temperatura ambiente com moldes de aço inoxidável (10 x 10 cm), produzindo barras de peso aproximado de 80 gramas. Os produtos foram embalados a vácuo e armazenados a temperatura ambiente (28 °C) até o momento das análises. Foram desenvolvidas três formulações, sendo: BCP: barra de cereais com 5% (g/100g do produto) de polpa de pequi, BCA: barra de cereais com 5% de amêndoa de pequi e, BCPA: barra de cereais com 5% de amêndoa e 5% de polpa de pequi. Na Tabela 01 estão apresentados os ingredientes e quantidades utilizadas.

As formulações foram avaliadas por teste de aceitação sensorial com 80 provadores não treinados, maiores de 18 anos, de ambos os sexos, incluindo professores, alunos e técnicos da UFSJ. Os produtos foram avaliados quanto aos atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão

global, através de uma escala hedônica de 9 pontos, com termos variando de “gostei extremamente”, até “desgostei extremamente”. Também foi realizada uma pesquisa de intenção de compra, com escala de 5 pontos, tendo como extremo as opções “certamente compraria” e “certamente não compraria”.

Figura 01 - Fotografias do processamento do pequi para obtenção da polpa branqueada (A), desidratação das polpas e caroços despulpados e (B) e caroços já desidratados contendo as amêndoas em seu interior (C).



Fonte: Dos autores, 2019.

A formulação verificada na análise sensorial como a mais bem aceita teve sua composição centesimal determinada, através das análises de umidade, cinzas, lipídios e proteínas, conforme as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (2008). A umidade foi avaliada pelo método 413/IV, em estufa a 105 °C, o teor de cinzas foi avaliado conforme método 018/IV, em mufla a 600 °C, o teor de lipídios foi avaliado utilizando extração direta em Soxhlet, conforme método 032/IV e o teor de proteínas foi avaliado pelo método 036/IV. O valor de carboidratos foi obtido pela subtração do resultado das demais análises.

Também foi determinada a cor instrumental dos produtos, utilizando colorímetro Konica Minolta CR400, com sistema CIELAB, na escala $L^*a^*b^*$. Pelo fato do produto ser muito heterogêneo foram realizadas 9 leituras.

Tabela 1 - Ingredientes utilizados na produção de barras de cereais com polpa e amêndoa de pequi

Ingredientes	Quantidades (%)		
	BCP	BCA	BCPA
Aveia em Flocos	15,0%	15,0%	15,0%
Farelo de Aveia	15,0%	15,0%	15,0%
Flocos de Arroz	10,0%	10,0%	10,0%
Flocos de Milho	15,0%	15,0%	10,0%
Glucose de milho	35,0%	35,0%	35,0%
Açúcar mascavo	5,0%	5,0%	5,0%
Polpa de pequi	5,0%	-	5,0%
Castanha de pequi	-	5,0%	5,0%
Total	100%	100%	100%

Legenda: BCP: barra de cereais com 5% de polpa de pequi. BCA: barra de cereais com 5% de amêndoa de pequi. BCPA: barra de cereais com 5% de amêndoa e 5% de polpa de pequi).

Os dados foram analisados através de estatística descritiva, usando o software SISVAR versão 5.6 A análise de variância (ANOVA) foi usada para verificar se as amostras diferiram entre si ($p < 0,05$), sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Na análise sensorial verificou-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras BCP, BCA e BCPA quanto aos atributos aparência, aroma, sabor e textura, as quais obtiveram médias gerais entre 7 e 8, correspondente aos termos “Gostei moderadamente” e “Gostei muito”. A impressão global da amostra BCP foi maior ($p < 0,05$) que as amostras BCP e BCPA. Ao segregar as notas dadas pelos provadores que possuem o hábito de consumir pequi daqueles que não possuem, também se verificou que não houve diferença significativa para nenhuma dos atributos avaliados.

Como a maioria dos atributos sensoriais estudados não diferiram ($p > 0,05$) entre as amostras, a formulação BCPC foi selecionada para continuidade do estudo, por permitir a utilização tanto da polpa quanto da amendoa do pequi, com maior aproveitamento do fruto, sendo sua composição centesimal e energética apresentada na Tabela 2.

Na análise de umidade, foi encontrado um teor médio de $11,43 \pm 1,02\%$, indicando condição adequada para armazenamento à temperatura ambiente. A umidade está diretamente relacionada com a estabilidade do alimento, sendo fator essencial para o desenvolvimento de microrganismos e reações enzimáticas dos alimentos. Foi possível obter um baixo valor de umidade para a barrinha, pois a polpa e amêndoa do pequi foram desidratados, bem como, os demais ingredientes utilizados estavam secos.

Tabela 2 - Composição centesimal (nutrientes/100 g do produto pronto para consumo) e energética de barra de cereal produzida com polpa e amêndoa de pequi

Parâmetros	Valores \pm Desvio padrão
Umidade (%)	$11,43 \pm 1,02$
Carboidratos	70,98
Proteína (%)	$8,08 \pm 0,86$
Lipídios (%)	$6,27 \pm 0,32$
Cinzas (%)	$1,24 \pm 0,16$
Valor energético (Kcal)*	111,76

Legenda: *Valor calculado com base na porção do produto, equivalente a 30 g.

O teor de cinzas, que representa a matéria inorgânica do produto, foi semelhante ao estudo de Souza *et al.* (2016) que desenvolveram uma barra alimentícia dietética com umbu, verificando um teor de cinzas de 1,31 a 1,41 %. Já o teor de lipídios mostrou-se similar ao de barras de cereais comerciais, bem como, o valor de proteínas. Os teores de proteína em barras de cereais variam muito de acordo com a formulação, podendo encontrar valores na faixa de 0,5 a 6,5% naquelas formuladas tendo como base cereais.

Já o conteúdo de carboidrato representa o principal nutriente do produto, o que deve-se a grande quantidade de cereais utilizados, bem como, devido a solução aglutinante utilizada nas formulações, composta por açúcar mascavo e xarope de glicose. O valor calórico da barra de cereal é próximo ao de barra de cereais comerciais, sendo a maioria na faixa de 100-130 Kcal por porção de 30 g, caracterizando-as como alimentos energéticos.

Os valores de cor da barra de cereais para os parâmetros L^* , a^* e b^* corresponderam a $46,2 \pm 2,7$; $5,7 \pm 0,4$ e $26,5 \pm 1,7$; respectivamente. O espaço de cor $L^*a^*b^*$ é muito utilizado na caracterização de produtos alimentícios pois correlaciona os valores de cor com a percepção visual, sendo L^* a escala de luminosidade, a^* coordenada vermelho (+a) ao verde (-a) e; b^* coordenada

amarelo (+b) ao azul (-b). Em trabalho desenvolvido por Plácido *et al.* (2015) foi verificado valores de $L^*a^*b^*$ para a polpa de pequi, correspondentes a $76,40 \pm 4,34$; $25,65 \pm 5,53$ e $45,66 \pm 8,29$. Tais valores positivos elevados para a^* e b^* devem-se a altas concentrações de carotenoides totais, com média de 21,55 mg/100 g da polpa, os quais podem ser correlacionados com o parâmetro b^* , conforme verificado por Cordeiro *et al.* (2013). No presente trabalho, além da influência dos carotenoides presentes no pequi sobre o valor de b (+), também deve ser destacado a presença de flocos de milho no produto, os quais também possuem carotenoides, elevando o valor de b na escala positiva.

Conclusão

A avaliação sensorial por escala hedônica demonstrou que a barra de cereais elaborada com 5% de polpa e 5% de amêndoa de pequi possui boa aceitação sensorial, com repostas correspondentes aos termos 7 e 8, que varia entre “Gostei moderadamente” e “Gostei muito”. Os resultados das análises físico-químicas permitem concluir que o produto desenvolvido assemelha-se as demais barras de cereais disponíveis no mercado consumidor e pode ser classificado como alimento energético, apresentando características adequadas para comercialização. Mais estudos devem ser realizados objetivando avaliar o comportamento do produto desenvolvido durante sua vida de prateleira, permitindo verificar a estabilidade do mesmo em diferentes condições de armazenamento.

Referências

- CORDEIRO, M. W. S., CAVALLIERI, A. L. F., FERRI, P. H., & NAVES, M. M. V. Physical characteristics, chemical-nutritional composition and essential oils of Caryocar brasiliense native from the state of Mato Grosso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1127-1139, 2013.
- GARCIA, L. S., *et al.* Physical and physico-chemical characterization of pequi from of the region of Sete Lagoas, MG. **Scientific Electronic Archive**, v. 10, n. 3 p.1020, 2017.
- Instituto Adolfo Lutz (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, p.1020 São Paulo, 2008.
- PERES, M. R. **Pequi**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2017. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 20 jan. 2018.
- PINTO, M. R. M. R., *et al.* Encapsulation of carotenoid extracts from pequi (Caryocar brasiliense Camb) by emulsification (O/W) and foam-mat drying. **Powder Technology**, v.339, n., p. 939-946, 2018.

PINTO, L. C. L., *et al.* Traditional knowledge and uses of the *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi) by “quilombolas” of Minas Gerais, Brazil: subsidies for sustainable management. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 2, p., 2016.

PLÁCIDO, G. R., *et al.* Physical and chemical parameters, total phenols and the antioxidant activity of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb). **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n., p. 534-542, 2015

ROCHA, L. B., *et al.* Gallic acid as the major antioxidant in pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit peel. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 592-598, 2015.

SCHIASSI, M. C. E. V., *et al.* Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, v. 245, n., p. 305-311, 2018.

SOUZA, A. M., *et al.* Barra de Cereais Diet Sabor Umbu Elaborada com Farinha de Banana Verde. **Revista de Ciencia y Tecnología**, n. 25, p. 62-69, 2016.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (Taco): 4ª edição revisada e ampliada**. São Paulo, 2011.

Capítulo 31

Efeito da adição de diferentes fontes de lipídeos com relação aos parâmetros químicos e físicos de “bolo de carne” elaborados com farinha de peito de frango

Isadora Cachuit Cardoso Mota^{*1}, Maria Cecília Mendes Cardoso¹, Maria Nunes Medeiros¹, Marcio Schmiele², Monalisa Pereira Dutra Andrade²

Resumo

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito da adição de diferentes fontes de lipídeos com relação aos parâmetros químicos e físicos de bolos de carne elaborados com farinha de peito de frango. O produto elaborado pretende atender à demanda dos consumidores que procuram consumir um produto tipo “bolo” com baixo teor de carboidrato digerível (*low carb*) e sem glúten. Para isso, foram elaboradas cinco formulações de bolo de carne variando a fração lipídica utilizada em cada tratamento, sendo: F1 (adição de óleo de coco); F2 (adição de banha de porco); F3 (adição de creme de leite); F4 (adição de azeite de oliva extravirgem) e F5 (adição de gordura vegetal hidrogenada). As amostras foram analisadas em relação à atividade de água, umidade, pH, volume específico e dureza. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para todas as análises químicas e físicas realizadas no presente trabalho. Através dos resultados obtidos foi possível concluir que a formulação do bolo de carne elaborado com farinha de peito de frango utilizando azeite de oliva extravirgem se destacou das demais formulações por apresentar maior teor de umidade, maior volume específico e menor dureza, parâmetros desejáveis no que diz respeito à qualidade sensorial de bolos.

Palavras-chave: Bolo *low carb*. Bolo de carne. Bolo sem glúten.

Introdução

A carne de frango é um alimento com uma fonte rica de aminoácidos essenciais, minerais, vitaminas e baixo teor de lipídios. Além disso, a fração lipídica presente contém níveis relativamente elevados de ácidos graxos poli-insaturados, garantindo um aspecto positivo e saudável aos consumidores (RAEISI *et al.*, 2016).

¹Graduanda em Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, *isadoracachuit@outlook.com

² Professor(a), Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Junto com a importância do consumo de lipídeos, as proteínas e os carboidratos são macromoléculas essenciais para a alimentação humana. Segundo Pimentel *et al.*, (2003) as proteínas representam uma proporção importante na dieta humana e, particularmente, as proteínas animais constituem a principal fonte de proteína em vários países do mundo. Por outro lado, os carboidratos não digeríveis, conhecidos como fibras alimentares, tem ganhado destaque por não serem metabolizados pelo organismo humano, desta forma, não atuam como fonte de carboidratos.

Cada vez mais a população, de um modo geral, tem-se preocupado com a qualidade dos alimentos consumidos, tanto em relação ao seu aspecto nutricional quanto aos possíveis efeitos maléficos que possam afetar diretamente a qualidade de vida (DUTRA-DE-OLIVEIRA *et al.*, 1998).

A incidência de distúrbios de sensibilidade ao glúten causados por reações alérgicas e imunológicas está aumentando. A demanda por produtos sem glúten está crescendo, já que cerca de 1 % da população mundial é sintomático e está sofrendo de intolerância ao glúten (SICHERER *et al.*, 2014), podendo chegar a 6 % em países com frio intenso. Além da intolerância ao glúten, várias pessoas têm aderido à dieta sem glúten, em função de opção de estilo de vida, e as indústrias de alimentos precisam usufruir desta oportunidade, lançando produtos no mercado consumidor que atendam a este nicho de mercado crescente.

Ainda que as evidências relativas aos efeitos benéficos à saúde são altas, o desenvolvimento de produtos alimentícios industrializados com carne de frango é pequeno, se comparado com os outros tipos de carnes, demonstrando assim grande potencial para desenvolvimento de novos produtos, já que é perceptível que o consumidor está cada vez mais interessado em incorporar esses hábitos mais saudáveis em seu estilo de vida (LEROY *et al.*, 2004).

O processamento de bolo necessita de lipídeos para incorporar ar à massa, caso contrário, o produto fixa com baixo volume e textura firme, o que não é desejável. No caso dos lipídeos do frango, é conveniente que tenha pouca porcentagem de lipídeos devido à etapa de secagem da carne para a produção da farinha, pois caso contrário, ocorreria oxidação devido ao teor de ácidos graxos poli-insaturados.

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito da adição de diferentes fontes de lipídeos com relação aos parâmetros químicos e físicos de bolos elaborados com farinha de peito de frango. O produto elaborado pretende atender à demanda dos consumidores que procuram consumir bolo com baixo teor de carboidratos digeríveis (*low carb*) e sem glúten.

Material e métodos

Para a produção da farinha foram utilizados peitos de frango congelados (-18°C), adquiridos no comércio local da cidade de Diamantina-MG. A carne foi descongelada em incubadora BOD na temperatura de 5°C por 24 horas. Os peitos de frangos foram desossados, retiradas a pele e a gordura aparente e moídos em discos de 5 mm em moedor (BERMAR, Modelo boca 22). A farinha foi obtida pela secagem do peito de frango moído em estufa (Sterilifer – SX 1.3 AS) à 105°C durante 4 horas. Em seguida, o peito de frango seco foi triturado à velocidade máxima em processador de alimentos Liquidificador (Britânia – Diamante Black filter) durante 2 minutos.

Para a preparação dos bolos, os ingredientes foram utilizados de acordo com as formulações descritas na Tabela 1. A quantidade de água adicionada na formulação variou de acordo com as características de viscosidade e formação de uma massa coesa, observada visualmente. Desta forma, foram elaboradas cinco formulações de bolo variando apenas o lipídeo utilizado em cada tratamento, em que F1 representa a formulação com adição de óleo de coco; F2 (adição de banha de porco); F3 (adição de creme de leite); F4 (adição de azeite de oliva extravirgem) e F5 (adição de gordura vegetal hidrogenada). As fontes de lipídeos foram definidas em função da sua composição química, principalmente em função da composição diferenciada de ácidos graxos. Inicialmente, o ovo foi misturado ao lipídeo com o auxílio de uma batedeira (ARNO, BCSA) na velocidade máxima durante 5 minutos para a formação de um creme aerado. Em seguida foram adicionados a farinha do peito de frango, o farelo de arroz e novamente misturados durante 3 minutos na batedeira. O farelo de arroz foi utilizado para adicionar fibra alimentar associado ao fato de ser uma fonte isenta de glúten, visto que o objetivo do trabalho é elaborar bolos glúten *free*. Posteriormente, foi acrescentado o fermento químico e misturado manualmente. Por último, a massa foi colocada na forma (altura x largura x comprimento de 50, 60 e 200 mm, respectivamente) e conduzido ao forno elétrico (JADY, Layr) para assar à temperatura de 180 °C, por aproximadamente 14 minutos (o final do forneamento foi observado visualmente, objetivando-se o desenvolvimento de coloração característica).

Para as cinco formulações de bolo de carne elaboradas, variando apenas o lipídeo utilizado em cada tratamento, foram analisados o pH, a umidade, a atividade de água, a dureza e o volume específico, sendo que todas essas medições foram realizadas em triplicata. A análise de pH foi feita por meio da inserção do eletrodo combinado (DM20-Digimed), acoplado a um potenciômetro. A umidade foi medida pelo método de estufa a 105°C, durante 4 horas. Para a avaliação da atividade de água foi utilizado um medidor de atividade de água modelo CX2 (DcagonDevices Inc.). A dureza foi

avaliada através do Texturômetro (Texture Analysis Stable Micro System Inc.) conectado a um computador equipado com o programa Texture Expert®. Foram utilizadas as seguintes condições: probe cilíndrico P/36, limiar de detecção: 4,0 g, distância de compressão: 60 %, e velocidades de pré-teste, teste e pós-teste de 1,0, 1,0 e 10,0 mm/s, respectivamente. Para a análise de volume específico foi utilizado o método de deslocamento de painço.

Tabela 1 – Formulação dos bolos elaborados com farinha de peito de frango

Formulação	F1	F2	F3	F4	F5
Farinha de Peito de Frango (%)	40	40	40	40	40
Lipídeo (%)	10	10	10	10	10
Ovo in natura (%)	35	35	35	35	35
Fermento químico (%)	5	5	5	5	5
Farelo de arroz (%)	10	10	10	10	10

Fonte: Dos autores (2019).

Legenda: F1: Óleo de Coco; F2: Banha de Porco; F3: Creme de Leite; F4: Azeite de Oliva Extravirgem; F5: Gordura Vegetal Hidrogenada.

Após realização de todas as análises, os dados obtidos foram avaliados utilizando o programa estatístico STATISTICA 8.0 através de análise de variância (ANOVA) e comparação das médias através do teste de Tukey com nível de significância de 5%.

Resultados e discussão

Os resultados dos parâmetros químicos e físicos dos bolos elaborados com farinha de peito de frango com adição de diferentes fontes de lipídeos estão apresentados na Tabela 2. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) com a adição de diferentes fontes de lipídeos nos bolos de carne para as análises de atividade de água, umidade, pH, volume específico e dureza.

Melo Filho *et al.*, (2011) classificou os alimentos com relação ao teor de umidade, em que foram considerados alimentos de alta umidade (teor de umidade maior que 40%); umidade intermediária (teor de umidade de 20 a 40%) e de baixa umidade (teor de umidade inferior a 20%).

Ao analisar o teor de umidade dos bolos de carne elaborados no presente trabalho foi observado que os produtos com óleo de coco e banha de porco apresentaram teores intermediários de umidade. Enquanto os bolos com creme de leite, azeite de oliva extravirgem e gordura vegetal hidrogenada apresentaram alto teor de umidade. O maior valor de umidade foi encontrado para os

bolos de carne elaborados com azeite de oliva extravirgem como fonte de lipídeo. No entanto, o menor valor de umidade foi encontrado para os bolos elaborados com banha de porco como fonte de lipídeo.

Além da fração lipídica, o uso de farelo de arroz também promove aumento nos teores de umidade dos alimentos, pois as fibras insolúveis presentes, principalmente celulose, hemicelulose e lignina, são responsáveis por reterem grande quantidade de água. A presença destes carboidratos não digeríveis é extremamente vantajosa, uma vez que os produtos, cárneos em geral, são pobres em fibras alimentares.

Tabela 2 – Resultados das análises e desvios padrão das análises de pH, atividade de água (a_w), umidade, textura e volume específico das cinco formulações de bolos elaborados com farinha de peito de frango com adição de diferentes fontes de gordura.

Formulação	a_w	Umidade (%)	pH	Volume específico (mL.g ⁻¹)	Dureza (N)
F1	0,9715 ^b ± 0,0063	39,12 ^d ± 0,47	7,18 ^b ± 0,04	1,92 ^b ± 0,07	36,97 ^c ± 3,58
F2	0,9486 ^d ± 0,0049	32,94 ^e ± 0,48	7,14 ^d ± 0,02	2,07 ^b ± 0,11	63,69 ^b ± 5,37
F3	0,9598 ^c ± 0,0080	40,66 ^c ± 0,13	7,17 ^c ± 0,02	1,92 ^b ± 0,04	75,71 ^a ± 3,06
F4	0,9768 ^a ± 0,0012	48,58 ^a ± 0,23	7,11 ^e ± 0,01	3,01 ^a ± 0,06	24,60 ^d ± 6,41
F5	0,9630 ^b ± 0,0012	41,95 ^b ± 0,39	7,20 ^a ± 0,02	3,06 ^a ± 0,15	44,83 ^c ± 6,32

Fonte: elaborada pelos autores (2019)

Legenda: F1: Óleo de Coco; F2: Banha de Porco; F3: Creme de Leite; F4: Azeite de Oliva Extravirgem; F5: Gordura Vegetal Hidrogenada

Nota: Médias seguidas de uma mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os valores de pH dos bolos elaborados neste estudo classificam todas as formulações como alimentos de baixa acidez, visto que o pH encontrado foi entre 7,0-8,0 (KROLOW, 2006). Esta faixa favorece o crescimento de diversas bactérias, bolores e leveduras, pois encontra-se no seu ponto ótimo de crescimento (pH 6,5-7,5.). O pH em torno da neutralidade torna o meio propício para os micro-

organismos, podendo o alimento sofrer deterioração. Os valores de pH próximos a neutralidade são explicados pelo uso do fermento químico, pois durante a decomposição do bicarbonato de sódio para a liberação de CO₂, ocorre também a liberação de hidróxido de sódio, um composto com caráter alcalino.

Segundo Ditchfield (2000), a maior parte dos alimentos tem uma atividade água superior a 0,8. Isso garante que o mesmo está tenro e úmido, o que facilita a mastigação, além de ser mais agradável ao paladar. Porém, alimentos nessa faixa de atividade de água (>0,8) estão sob risco de desenvolvimento de micro-organismos. No entanto, se a atividade de água for reduzida até um ponto em que não haja possibilidade de desenvolvimento microbiano, o alimento pode ser tornar desagradável ao paladar.

Com relação ao volume específico, foi possível observar que os bolos de carne elaborados com azeite de oliva extravirgem e gordura vegetal hidrogenada apresentaram os maiores valores, se destacando das demais formulações. Segundo Sahagún *et al.*, (2018) em bolos elaborados com proteínas animais, o volume específico aumenta, devido a menor densidade de massa como resultado de uma melhor aeração durante a fase creme, proporcionando aumento no número de células de ar incorporadas, bem como a distribuição uniforme destas células. As bolhas de ar incorporadas garantem melhor difusão do CO₂ liberado pela reação química do fermento, permitindo maior expansão das bolhas de gás previamente incorporadas.

A textura de um alimento é afetada pela sua atividade de água e, no caso de produtos fermentados quimicamente, pelo volume específico. A umidade também exerce importante papel nos parâmetros de qualidade física do bolo, principalmente no parâmetro de dureza (SYCH *et al.*, 1987). Os menores valores de dureza foram encontrados nos bolos elaborados com azeite de oliva extravirgem, seguidos pela amostra com gordura vegetal hidrogenada e óleo de coco. A fração lipídica possui grande influência sobre a textura de produtos levedados, seja por fermento biológico ou por fermento químico (também conhecido como impulsionador de massa), pois atua como plastificante e lubrificante, permitindo a melhor retenção do CO₂ liberado pelo processo fermentativo, resultando em produto final com maior volume e uma textura mais macia.

Conclusão

Através dos resultados obtidos no presente experimento foi possível concluir que a formulação do bolo elaborado com farinha de peito de frango utilizando azeite de oliva extravirgem como fonte de lipídeo ideal por ter se destacado das demais formulações por apresentar maior teor de umidade,

maior volume específico e menor dureza, parâmetros desejáveis no que diz respeito à qualidade de bolos. Essas características tornaram o produto adequado sensorialmente quando comparado aos bolos tradicionais existentes no mercado.

Agradecimentos

Agradecimento em especial ao Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) pelo suporte institucional.

Referências

- DITCHFIELD, C. **Estudo dos métodos para a medida da atividade de água**. 2000. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, 2000.
- DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. O.; MARCHINI, J. S. **Ciências Nutricionais**, São Paulo: Sarvier, 1998.
- KROLOW, A. C. R. Hortaliças em Conserva. **Embrapa Informação Tecnológica**, p.40, Brasília, 2006.
- LEROY, F.; DE VUYST, L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, n. 2, p. 67-78, 2004.
- MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. **Química de alimentos**. Recife: UFRPE, p.78, 2011.
- PIMENTEL, D.; PIMENTEL, M. Sustentabilidade de dietas à base de carne e de vegetais e do meio ambiente. **Journal of Clinical Nutrition**, v.78, p.660-663, 2003.
- RAEISI, M.; TABARAEI, A.; HASHEMI, M.; BEHNAMPOUR, N. Effect of sodium alginate coating incorporated with nisin, Cinnamomum zeylanicum, and rosemary essential oils on microbial quality of chicken meat and fate of *Listeria monocytogenes* during refrigeration. **International Journal of Food Microbiology**, v.238, p.139-145, 2016.
- SAHAGÚN, M.; Bravo-Núñez, À.; Báscones G.; Gómez M.; Influence of protein source on the characteristics of gluten-free layer cakes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 94, p.50-56, 2018.
- SICHERER, S.H.; SAMPSON, H.Á. Alergia alimentar: epidemiologia, patogênese, diagnóstico e tratamento. **Jornal de Alergia e Imunologia Clínica**, v.133, p. 291 – 307, 2014.
- SYCH, J.; CASTAIGNE, F.; LACROIX, C. Effects of initial moisture content and storage relative humidity on textural changes of layer cakes during storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v.52, p.1604-1610, 1987.

Capítulo 32

Influência do tempo de estocagem e da embalagem sobre a aceitação e intenção de compra de bananas desidratadas e saborizadas com canela

Walesska de Souza Nunes*¹, Márcia Farias Andrade¹, Érika Endo Alves², Maximiliano Soares Pinto², Roberta Torres Careli², Milton Nobel Cano Chauca²

Resumo

A banana é uma fruta perecível que pode ser conservada por diferentes métodos, cujo produto gerado deve ser submetido ao estudo de vida de prateleira, para conhecimento do efeito do armazenamento sobre a qualidade. Neste estudo, elaboraram-se três formulações de banana desidratada (0%, 1,0% e 1,5% canela), que foram estocadas por 140 dias em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD) e de polipropileno (PP) e submetidas às análises microbiológicas e sensoriais (aceitação e intenção de compra). Todas as amostras apresentaram baixas contagens de Coliformes a 45°C e de *Salmonella sp.*, estando em conformidade com a legislação. Na análise de aceitação, observou-se que a saborização e o tempo afetaram os parâmetros avaliados (cor, aroma, sabor, textura e impressão global), comportamento não observado para a embalagem. De um modo geral, a saborização melhorou a aceitação das amostras e o tempo reduziu suas médias hedônicas, sem retirá-las, entretanto, da região de aceitação. Os dados da intenção de compra indicam que a saborização, o tempo e a embalagem influenciaram a disposição de consumo, a qual foi positivamente impactada, sobretudo, pela saborização. Conclui-se que os produtos desenvolvidos são microbiologicamente seguros e apresentam bom potencial de mercado, demandando alterações no processamento para que sejam aprimorados.

Palavras-chave: Análise sensorial. Desidratação. Especiarias. *Musa sp.* Vida de prateleira.

Introdução

A banana (*Musa sp.*) é uma das frutas mais consumidas do mundo, devido às suas características sensoriais agradáveis e qualidade nutricional, sendo produzida na maioria dos países

¹Graduandas em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG

²Docente do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG

*Autor para correspondência: dwalesska@yahoo.com.br

tropicais. Trata-se de uma fruta com grandes perdas por decomposição pós-colheita, pois apresenta alto grau de perecibilidade e não permite uso de frio para sua conservação (PONTES, 2009). Assim, sua industrialização é uma prática importante e necessária para melhorar o aproveitamento de excedentes de produção, visando à minimização das perdas, à geração de renda, além do aumento da vida de prateleira e do valor agregado (JESUS *et al.*, 2005; DOURADO *et al.*, 2012).

O uso da secagem ou desidratação ocorre desde a antiguidade, com o intuito de aumentar a conservação de alimentos. Este processo consiste na redução da atividade de água, resultando na inibição da atividade enzimática, das reações físico-químicas e do crescimento microbiano (DOURADO *et al.*, 2012). Uma forma de potencializar o efeito da desidratação e agregar valor ao produto desidratado consiste no uso de especiarias, as quais podem ser utilizadas como tratamento de saborização. Dentre as várias especiarias disponíveis comercialmente, a canela é uma das mais utilizadas e possui importância histórica. Trata-se de um dos condimentos mais antigos, usada para saborizar e tratar algumas enfermidades (COSTELLO *et al.*, 2016).

Além da preocupação quanto ao processamento, deve-se atentar, também, ao tipo de embalagem empregada para acondicionar o produto. As frutas e hortaliças desidratadas geralmente demandam embalagens que ajudem a minimizar as deteriorações causadas pelo escurecimento não-enzimático, absorção de umidade, oxidação de pigmentos, lipídeos e vitaminas. Desta forma, a escolha da embalagem deve ser criteriosa, podendo ser realizada por meio do estudo de estabilidade do produto acondicionado em diferentes materiais, com estocagem em condições controladas e análises periódicas para avaliação da qualidade (SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA; CANAVESI, 2001).

Objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito do tempo de armazenamento e da embalagem sobre a aceitação e intenção de compra de bananas desidratadas e saborizadas com canela.

Material e métodos

Bananas da cultivar Prata Anã foram doadas por um produtor da cidade de Capitão Enéas/MG e transportadas para o Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), *Campus* Montes Claros. As frutas foram lavadas em água corrente, sanitizadas (imersão em solução de hipoclorito de sódio em concentração de 0,2% por 20 minutos), enxaguadas em água corrente e descascadas. Posteriormente, foram cortadas em palitos (8 cm de comprimento, 2 cm de largura e 2 cm de espessura) e imersas por sete minutos em um dos tratamentos de saborização: infusão com 1,0% ou 1,5% de canela em pau.

Em seguida, as bananas foram escorridas, dispostas em bandejas e colocadas no desidratador de bandejas com circulação de ar forçado (marca Pardal, Modelo PE 14), sendo desidratadas a 60 °C por 12, 17 ou 18 horas, dependendo do tratamento (controle - 0% canela, 1% canela e 1,5% canela, respectivamente). As bananas desidratadas foram acondicionadas em embalagens plásticas rígidas de polipropileno (PP) e sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD), pesadas e estocadas sob temperatura ambiente por 140 dias e avaliadas periodicamente quanto à qualidade microbiológica e sensorial.

Para controle microbiológico das amostras, foram realizadas análises de Coliformes a 45 °C e *Salmonella sp.*, seguindo a metodologia proposta pela American Public Health Association - APHA (VANDERZANT; SPLITTOESSER, 1992). As análises foram realizadas em triplicata, no início e aos 140 dias de estocagem, antes das análises sensoriais.

A avaliação da aceitação das bananas desidratadas (projeto aprovado em 26/03/2018 – CAAE 83248518.3.0000.5149) foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do ICA/UFMG por 45 julgadores não treinados, incluindo alunos, professores e funcionários do Instituto, que manifestaram concordância em participar do estudo por meio do preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. As amostras foram avaliadas em cabines individuais, sob luz branca, segundo metodologia citada por Minim (2013). Os produtos foram dispostos em copos descartáveis codificados com números de três dígitos e servidos de forma monádica e aleatorizada. Os julgadores foram solicitados a provarem as três amostras e a marcarem na ficha fornecida a resposta que melhor expressasse o julgamento quanto à aceitação da cor, do aroma, do sabor, da textura e da impressão global, utilizando a escala hedônica de nove pontos (1= desgostei extremamente; 9= gostei extremamente).

Os julgadores também foram questionados quanto à intenção de compra da banana desidratada (escala de cinco pontos: 1= certamente não compraria; 5= certamente compraria), sendo que para esta avaliação, os produtos foram apresentados na própria embalagem em que foram acondicionados. Além destas avaliações, os julgadores informaram dados sobre o hábito de consumo de banana e produtos derivados e sobre a frequência de consumo.

O experimento foi conduzido em Delineamento em blocos casualizados e com arranjo fatorial do tipo 3 x 2 x 2 (3 níveis de tratamento de saborização, 2 níveis de embalagem e 2 níveis de tempo). Os dados obtidos para a aceitação e intenção de compra foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

As análises microbiológicas resultaram em contagens inferiores a 10^2 NMP/g para Coliformes a 45 °C e ausência de *Salmonella* sp. em 25g de amostra. Estes dados indicam que os produtos eram seguros e estavam em conformidade com a legislação brasileira (BRASIL, 2001), a qual preconiza que frutas desidratadas possuem um limite máximo de 1×10^2 NMP/g para Coliformes a 45 °C e ausência de *Salmonella* sp. em 25 g de amostra.

A análise de variância dos dados da aceitação sensorial das amostras demonstra que os atributos aroma, sabor, textura e impressão global foram influenciados pela interação dos fatores tratamento de saborização e tempo de estocagem ($p < 0,05$), enquanto a cor foi alterada por esses fatores de forma isolada ($p < 0,001$). Verifica-se, também, que os tipos de embalagens utilizadas não impactaram na aceitação sensorial dos produtos ($p > 0,05$).

Os resultados do Teste de Tukey demonstram que a cor das bananas desidratadas (Tabela 1) foi impactada positivamente pelo tratamento de saborização com canela, cujas amostras apresentaram médias superiores a 7,00, ficando situadas entre os termos “gostei moderadamente” e “gostei muito”, enquanto a amostra controle exibiu média de 5,68, correspondente aos termos “nem gostei, nem desgostei” e “gostei ligeiramente”. Em relação à influência do tempo, observa-se que, estatisticamente, a cor das amostras recém-elaboradas foram mais aceitas que as amostras armazenadas aos 140 dias, com ambas as amostras alocadas entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Os resultados obtidos para as amostras com canela foram próximos ao citado por Jesus *et al.* (2005) em estudo com diferentes cultivares de banana, no qual a banana-passa elaborada com a cultivar Prata Anã apresentou média de 6,9 para a cor, correspondente ao termo “gostei moderadamente”, cujo resultado foi atribuído ao uso de agentes antioxidantes (ácido ascórbico e cítrico) e à desidratação osmótica branda, que conferiram um produto mais claro.

Em relação ao aroma (Tabela 2), verificou-se que as amostras saborizadas foram as mais aceitas, cujas médias hedônicas foram afetadas pelo tempo de estocagem, com redução de valores. Entretanto, ressalta-se que o efeito do tempo não foi o suficiente para provocar a rejeição desses produtos, pois apesar da diferença estatística, suas médias ficaram alocadas entre os termos “gostei moderadamente” e “gostei muito”, comportamento semelhante ao observado no início da estocagem. A amostra controle, por sua vez, não foi estatisticamente afetada pelo período de armazenamento, mas na prática, sua média demonstra que houve uma melhora da aceitação do aroma aos 140 dias,

cujo valor (6,11) representou uma mudança correspondente aos termos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Tabela 1 - Médias hedônicas da cor das bananas desidratadas armazenadas

Tratamento	Média	Tempo (dias)	Média
Controle	5,68 ^B	0	6,91 ^A
1% canela	7,11 ^A	140	6,49 ^B
1,5% canela	7,31 ^A		
D.M.S.	0,3139	D.M.S.	0,2142

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: D.M.S.= Diferença mínima significativa.

Nota: Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para o atributo sabor (Tabela 2), verificou-se comportamento semelhante ao descrito para o aroma, confirmando a melhora da aceitação do produto pelo uso da saborização, com destaque para a banana saborizada com infusão de 1,5% de canela, cuja amostra recém-elaborada apresentou média de 7,80, próxima ao termo hedônico “gostei muito”. Observa-se, também, que o tempo de estocagem influenciou significativamente a aceitação dessa amostra, cuja média deslocou-se para a proximidade do termo “gostei moderadamente”. As amostras controle e 1% canela não foram alteradas pelo tempo, as quais, no entanto, apresentaram aceitação inferior ao observado para a amostra 1,5% canela e tendências diferenciadas, com o controle exibindo leve aumento da média e a amostra saborizada uma queda em seu valor.

É sabido que a canela confere aroma e sabor apazíveis às preparações em que é incorporada, dado o conhecimento popular e as informações constantes na literatura, tal como mencionado por Ribeiro-Santos *et al.* (2017). A contribuição que o presente estudo fornece à pesquisa sobre este condimento, é a observação de que mesmo quando submetido ao calor por um tempo elevado durante o preparo da infusão (100 °C/cinco minutos) e secagem das bananas (60 °C por até 18 h), ainda mantém a capacidade de saborizar o produto. Ademais, verificou-se, também, que o potencial aromático da canela permaneceu após 140 dias de estocagem, favorecendo uma maior aceitação do aroma e do sabor das bananas desidratadas.

Na avaliação da textura (Tabela 2), observou-se que as bananas saborizadas apresentaram médias semelhantes e alocadas entre os termos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, enquanto a média de aceitação da banana não saborizada ficou próxima a 5,00, correspondente ao termo que expressa indiferença ao produto pelos provadores. O tempo de armazenamento conferiu

efeitos diferentes às amostras em avaliação, aumentando a aceitação da textura da amostra controle e sem efeitos significativos sobre o desempenho das amostras saborizadas. De uma forma geral, verificou-se que os resultados obtidos para a textura demonstram que ela foi a menos aceita dentre os cinco atributos avaliados, indicando que o processo de secagem precisa ser revisto para ambos os tratamentos, visto que a textura pode estar associada à baixa umidade dos produtos, resultante do tempo de secagem prolongado. As médias obtidas foram inferiores às mencionadas por Dourado *et al.* (2012) para banana-passa em rodela desidratada sob temperatura de 65 °C por 6 h (8,85), período de secagem bastante inferior ao utilizado neste estudo.

A análise da impressão global dos produtos indica que as bananas saborizadas foram as mais aceitas, com médias superiores a 7,00, sendo um reflexo dos demais atributos avaliados (Tabela 2). Para este atributo, verifica-se que somente a amostra 1,5% canela foi alterada significativamente pelo tempo de estocagem, o qual reduziu sua média hedônica para próximo de 7,00, correspondente ao termo “gostei moderadamente”.

Tabela 2 - Médias hedônicas do aroma, sabor, textura e impressão global de bananas desidratadas armazenadas

Tratamento	Aroma		Sabor		Textura		Impressão global	
	0	140	0	140	0	140	0	140
Controle	5,84 ^{Ba}	6,11 ^{Ba}	5,91 ^{Ba}	6,03 ^{Ba}	5,09 ^{Bb}	5,70 ^{Ba}	5,60 ^{Ba}	5,92 ^{Ba}
1% canela	7,51 ^{Aa}	7,12 ^{Ab}	7,40 ^{Aa}	6,83 ^{Aa}	6,67 ^{Aa}	6,74 ^{Aa}	7,27 ^{Aa}	7,00 ^{Aa}
1,5% canela	7,58 ^{Aa}	7,16 ^{Ab}	7,80 ^{Aa}	7,11 ^{Ab}	6,71 ^{Aa}	6,50 ^{Aa}	7,53 ^{Aa}	7,02 ^{Ab}

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas por letras minúsculas distintas comparadas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e médias seguidas por letras maiúsculas distintas comparadas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação à avaliação de intenção de compra, os resultados da análise de variância demonstram que os fatores tratamento de saborização, tipo de embalagem e tempo de estocagem influenciaram significativamente a propensão dos provadores em comprarem as bananas desidratadas. Como as interações entre os fatores não foram significativas, procedeu-se à avaliação dos fatores de forma isolada (Tabela 3).

Os resultados obtidos pelo teste de Tukey indicaram que os provadores exibiram maior intenção para adquirir a banana desidratada saborizada com 1,5% de canela, cuja média é correspondente ao termo “provavelmente compraria”. A amostra controle foi a que os provadores demonstraram menor intenção de compra, cuja média está alocada entre os termos “provavelmente

não compraria” e “tenho dúvidas se compraria”.

Em relação ao tipo de embalagem, verificou-se que as amostras acondicionadas em potes de polipropileno (PP) apresentaram a maior propensão de compra, cuja média ficou situada entre as expressões “tenho dúvidas se compraria” e “provavelmente compraria”. Ressalta-se, no entanto, que apesar da diferença estatística, a aceitação das amostras embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD) foi próxima ao observado para as bananas acondicionadas nos potes de PP, pois situou-se entre as mesmas expressões que representam a disposição de consumo das amostras acondicionadas nessas embalagens.

O tempo de armazenamento também influenciou significativamente a intenção dos provadores em adquirirem as amostras, sendo que as bananas recém-desidratadas foram as que apresentaram maior potencial de compra. Apesar de o tempo ter provocado redução da média, verificou-se que o período de 140 dias não acarretou em uma mudança na avaliação, pois os valores das médias correspondentes ao início e ao final da estocagem estão alocados entre os mesmos termos (“tenho dúvidas se compraria” e “provavelmente compraria”).

Os resultados obtidos nos testes sensoriais adquiriram maior relevância pelo fato dos participantes dos testes apresentarem, em sua maioria, o hábito de consumirem banana *in natura* semanalmente (50,56%) ou diariamente (28,09%), além de consumirem produtos elaborados com banana todas as semanas (30,34%) ou a cada 15 dias (28,09%), demonstrando que as amostras foram avaliadas por pessoas que apresentam alto consumo de banana e derivados e que conhecem as suas características, sendo, portanto, potenciais consumidores dos produtos desenvolvidos.

Tabela 3 - Médias dos escores da intenção de compra da banana desidratada armazenada

Tratamento	Escore	Embalagem	Escore	Tempo (dias)	Escore
Controle	2,73 ^C	PEBD	3,41 ^B	0	3,59 ^A
1% canela	3,80 ^B	PP	3,63 ^A	140	3,44 ^B
1,5% canela	4,02 ^A				
D.M.S.	0,1948	D.M.S.	0,133	D.M.S.	0,133

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: D.M.S.= Diferença mínima significativa.

Nota: Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Conclusão

Os produtos desenvolvidos eram seguros microbiologicamente, constatado pela baixa contagem de microrganismos tanto no início quanto no final da avaliação (140 dias de armazenamento). A análise sensorial demonstrou que a saborização com canela melhorou a qualidade sensorial da banana desidratada e que ela, a embalagem e o tempo de estocagem influenciaram na disposição de consumo. Ressalta-se, também, que em relação à intenção de compra, apesar das médias obtidas para os tipos de embalagens e tempo de armazenamento serem estatisticamente diferentes, os termos associados a essas médias foram semelhantes, evidenciando o mesmo potencial de compra e que o fator principal para a diferenciação das bananas desidratadas consistiu na saborização com a canela. Frente ao exposto, é recomendável que sejam realizados estudos complementares para ajustes no processamento e sobre os fatores que influenciam na intenção de compra, para que estes produtos obtenham maior potencial de mercado.

Referências

- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC no 12, de 02 de janeiro de 2001. Dispõe sobre os princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2000. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b>. Acesso em: 10 jun. 2019.
- COSTELLO, R. B.; DWYER, J. T.; SALDANHA, L.; BAILEY, R. L.; MERKEL, J.; WAMBOGO, E. Do cinnamon supplements have a role in glycemic control in type 2 diabetes? A narrative review. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, p. 1-9, 2016.
- DOURADO, K. K. F.; LIMA, L. C.; ROUWS, J. R. C.; LIMA, P. C.; FLORES, J. C. J.; OLIVEIRA, K. A. M. Avaliação da qualidade de bananas-passa cv. Prata em rodela submetidas a diferentes temperaturas de secagem. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n.1, p. 157-162, 2012.
- JESUS, S. C.; MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S.; CARDOSO, R. L. Avaliação de banana-passa obtida de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 6, p. 573-579, 2005.
- MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 2013, p. 225.
- PONTES, S. F. O. **Processamento e qualidade de banana da terra (*Musa sapientum*) desidratada**. Dissertação – (Mestrado em Engenharia de Processo de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.
- RIBEIRO-SANTOS, R.; ANDRADE, M.; MADELLA, D.; MARTINAZZO, A. P.; MOURA, L. A. G.; MELO, N. R.; SANCHES-SILVA, A. Revisiting an ancient spice with medicinal purposes: Cinnamon. **Trends in Food Science & Technology**, v. 62, p.154-169, 2017.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001, p. 215.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3th. ed. Washington: **American Public Health Association**, 1992. p. 1219.

Capítulo 33

Proteínas vegetais extrusadas como extensores em sistema modelo de emulsão cárnea

Marcio Schmiele¹; Camila Yumi Yoshida²; Paula Thamara Goecking Gomes*³;
Vitor André Silva Vidal⁴; Marise Aparecida Rodrigues Pollonio⁵; Yoon Kil Chang⁵

Resumo

A transformação de proteínas vegetais globulares em fibrosas através do processo de extrusão apresenta-se como alternativa para serem utilizadas como extensores de carne. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o desempenho de extensores de carne a base de proteínas de soja e trigo na elaboração de emulsão cárnea. As propriedades avaliadas foram: estabilidade de emulsão, atividade de água, cor instrumental e análise de perfil de textura. No produto otimizado foi avaliada a digestibilidade de proteína e comparada ao controle. Os dados foram avaliados estatisticamente através da Metodologia de Superfície de Resposta. Os resultados indicam que foi possível substituir 63 % da carne animal por extensor de carne obtido por extrusão a alta umidade. A amostra controle apresentou digestibilidade proteica de 94,48 % e o ponto otimizado de 85,23 %.

Palavras-chave: Emulsão cárnea. Extrusão termoplástica. Glúten vital. Isolado proteico de soja.

Introdução

Os extensores de carne são proteínas não cárneas, normalmente de origem vegetal, que apresentam características tecnológicas e nutricionais semelhantes às porções cárneas (SCHMIELE; CLERICI; CHANG, 2013). As proteínas vegetais não apresentam o valor biológico das proteínas de origem animal. A combinação entre as proteínas de soja com as proteínas do trigo pode ser uma alternativa viável para melhorar o valor nutricional dos extensores de carne, devido à complementação de aminoácidos essenciais (pois a soja é rica em lisina e triptofano e o glúten vital

¹Professor, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

²Graduanda em Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas

³Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; *paulatgoecking@gmail.com

⁴Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas

⁵Profesor(a), Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas

apresenta quantidades satisfatórias de cisteína e metionina), sendo consumidos íntegros ou na forma de emulsionados (MACDONALD; PRYZBYSZEWSKI; HSIEH, 2009).

A principal característica de um emulsionado cárneo cozido é a estabilidade de emulsão. No entanto, outros fatores tecnológicos também são de grande importância, como a capacidade de retenção de água, a textura do produto e a coloração (SCHMIELE *et al.*, 2015). Quando a carne animal é substituída por outras fontes proteicas, essas características fundamentais podem ser alteradas. Os emulsionados cárneos cozidos apresentam grande aceitação e consumo, sendo muito apreciado por várias pessoas. Este consumo é motivado, muitas vezes, pelo baixo custo.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho de extensores de carne a base de isolado proteico de soja e glúten vital, obtidos por extrusão termoplástica a alta e baixa umidade, em substituição da carne animal sobre as características tecnológicas e digestibilidade de proteína em sistema modelo de emulsionado cárneo.

Material e métodos

Matérias-primas

Os extensores de carne utilizados foram produzidos a partir de isolado proteico de soja e glúten vital através de extrusão termoplástica em dupla rosca corrotacional encaixada ZKS 30 (Werner Pfleiderer Corp., Ramsey, USA), com alta e baixa umidade. Em relação aos parâmetros de extrusão para a obtenção dos extensores de carne a alta e baixa umidade foram utilizadas as seguintes condições, respectivamente: isolado proteico de soja = 88 e 95 %; glúten vital = 12 e 5 %; Umidade de condicionamento = 18 e 58 %; temperatura de primeira zona = 50 e 60 °C; temperatura de segunda zona = 70 e 80°C; temperatura de terceira zona = 100 e 135 °C; temperatura de quarta zona = 90 e 135 °C; e vazão de alimentação = 12 e 9 kg.h⁻¹. A velocidade de rosca com configuração para alto cisalhamento foi de 300 rpm. A matriz utilizada para o processo via umidade foi do tipo longitudinal com 7,5 mm de altura; 33,5 mm de largura e 450 mm de comprimento. O processo de baixa umidade foi realizado com matriz circular com 2 orifícios de 2,6 mm cada um.

Para a elaboração do sistema modelo seguiu-se a formulação descrita por Schmiele *et al.* (2015), contendo, carne bovina (corte lagarto, 55,64%), gordura vegetal hidrogenada (20%), gelo em escamas (19,80%), cloreto de sódio (2,0%), maltodextrina (2,0%), nitrito de sódio (0,015%), eritorbato de sódio (0,045%) e tripolifosfato de sódio (0,5%). Os extensores substituíram a carne animal de acordo com o delineamento experimental do tipo Planejamento de Misturas.

Métodos

Aplicação em sistema modelo

A substituição da carne animal pelo extensor de carne foi realizada através do planejamento de misturas com um arranjo simplex-centróide, em que as proporções variaram de 0 a 100 %, sendo x_1 = carne animal; x_2 = extensor de carne obtido por extrusão termoplástica a alta umidade (EAU); e x_3 = extensor de carne obtido por extrusão termoplástica a baixa umidade (EBU).

Preparo do sistema modelo

Inicialmente, foram misturados em mini-cutter (Garant MTK 661, Mado, Dornhan/DEU), a carne animal e/ou o extensor de carne, metade do gelo, o cloreto e o nitrito de sódio. Em seguida, foi adicionado a gordura vegetal hidrogenada, a maltodextrina, o eritorbato de sódio e o tripolifosfato de sódio e misturados a 1400 rpm até a temperatura da emulsão atingisse $7\pm 0,5$ °C. Por fim, foi adicionado o restante do gelo e a massa processada até atingir $16\pm 0,5$ °C a 2800 rpm. As emulsões foram embutidas em envoltórios de celulose (45 mm de ϕ). O cozimento das emulsões embutidas foi realizado em banho de cozimento com água, até que o centro geométrico atingisse 73 ± 2 °C, monitorado através da inserção de termopares.

Variáveis dependentes

As respostas analisadas nos ensaios do planejamento de mistura foram: estabilidade de emulsão, de acordo com o método proposto por Parks e Carpenter (1987); cor instrumental e análise de perfil de textura, conforme método descrito por Schmiele *et al.* (2015); umidade, conforme metodologia da AOAC (2012); atividade de água, conforme manual do equipamento. A digestibilidade in vitro de proteínas do controle e do ponto otimizado foi determinada de acordo com metodologia proposta por Rizzello *et al.* (2016).

Análise estatística

Os dados obtidos nos ensaios do planejamento de misturas foram avaliados através de Metodologia de Superfície de Resposta para cálculo dos coeficientes de regressão e análise de

variância (ANOVA) (p -valor $\leq 0,05$ e $R^2 \geq 0,85$). O ponto otimizado foi obtido através da metodologia proposta por Derringer e Suich (1980) e os modelos matemáticos considerados válidos quando o desvio relativo for menor que 10 %.

Resultados e discussão

Os resultados referentes à estabilidade de emulsão da massa, atividade de água, cor instrumental, análise de perfil de textura e umidade dos emulsionados cárneos produzidos em sistema modelo estão apresentados na Tabela 1.

Na Tabela 2 estão apresentados os modelos matemáticos e a otimização e validação do experimento e na Figura 1 podem ser visualizadas as curvas de contorno.

Verificou-se que o uso do extensor de carne de baixa umidade (EBU) deixou as amostras mais escuras (menores valores de L^*), já o extensor de alta umidade (EAU) influenciou diminuindo a intensidade da cor vermelha (diminui o parâmetro a^*) e intensificando a tonalidade amarela (aumentou o parâmetro b^*). Este comportamento se deve pela diminuição da mioglobina, a qual é oxidada à oximioglobina pelo nitrato (Borba *et al.*, 2013). Além disso, a coloração da proteína da soja é amarelada.

Foi observado que apenas a adição do EAU influenciou no perfil de textura das amostras, promovendo a diminuição na força de cisalhamento, na dureza, na coesividade, na gomosidade e na mastigabilidade dos emulsionados cárneos, enquanto a adesividade aumentou.

O uso dos extensores também gerou melhores resultados de estabilidade da emulsão, parâmetro este muito importante para a qualidade de produtos cárneos emulsionados. A otimização foi realizada de forma que o produto obtivesse o maior nível de substituição possível da carne pelo EAU, por apresentar maior significância, respeitando que as variáveis dependentes estivessem em uma faixa próxima ao da formulação controle. Como o teor de EBU apresentou efeitos menores, o teor deste ingrediente foi colocado na faixa de estudo. Com uma desejabilidade de 77 %, o ponto otimizado foi obtido com uso de 37 % de carne animal e 63 % de EAU, sem o uso de EBU (Tabela 2).

Tabela 1. Resultados das variáveis dependentes para os ensaios do planejamento de mistura

Ensaio	Estabilidade de emulsão (%)	Atividade de água	L^*	a^*	b^*	Força de cisalhamento (N)
1	72,26±2,97	0,9742±0,0007	71,57±0,31	8,67±0,35	11,90±0,35	11,90±1,02
2	100,00±0,00	0,9725±0,0008	69,34±0,38	5,31±0,15	23,14±0,37	2,13±0,12
3	100,00±0,00	0,9492±0,0013	58,80±0,17	7,50±0,26	25,41±0,60	1,70±0,39
4	97,15±0,16	0,9745±0,0029	72,10±0,38	6,51±0,22	17,34±0,26	10,95±0,81
5	93,25±0,36	0,9734±0,0013	69,88±0,33	6,30±0,09	18,45±0,19	11,63±0,87
6	100,00±0,00	0,9670±0,0022	65,65±0,17	6,06±0,05	23,66±0,73	1,13±0,12
7	88,09±1,85	0,9781±0,0007	70,50±0,29	7,21±0,25	15,87±0,05	11,89±1,53
8	100,00±0,00	0,9778±0,0007	70,29±0,19	5,46±0,26	22,12±0,03	4,09±0,33
9	100,00±0,00	0,9764±0,0026	64,15±0,81	6,80±0,23	23,22±0,43	2,98±0,28
10	92,85±0,62	0,9773±0,0019	69,32±0,55	6,43±0,38	20,17±0,59	4,27±0,39
11	96,80±0,65	0,9764±0,0005	68,79±0,36	6,78±0,11	20,55±0,31	4,20±0,80
12	97,14±0,27	0,9793±0,0016	68,24±0,47	6,84±0,13	20,94±0,14	4,85±0,51

Ensaio	Dureza (N)	Adesividade (N.s)	Coesividade	Gomosidade (N)	Mastigabilidade (N)	Umidade (g.100g ⁻¹)
1	12,90±1,08	-0,53±0,02	0,77±0,01	10,15±0,76	8,90±0,81	59,43±0,53
2	2,54±0,12	-0,12±0,01	0,30±0,02	0,76±0,08	0,30±0,04	50,82±0,05
3	1,89±0,24	-0,01±0,01	0,29±0,12	1,07±0,85	0,67±0,62	52,00±0,19
4	11,96±0,87	-0,21±0,03	0,75±0,01	9,02±0,69	8,07±0,57	55,01±0,23
5	12,80±0,97	-0,05±0,01	0,71±0,01	9,13±0,61	7,71±0,59	53,79±0,18
6	1,41±0,15	-0,04±0,01	0,27±0,01	0,37±0,04	0,12±0,01	50,33±0,32
7	12,92±1,70	-0,10±0,01	0,77±0,01	9,88±1,22	8,65±0,97	56,57±0,14
8	4,78±0,33	-0,05±0,01	0,58±0,02	2,77±0,23	1,85±0,12	52,86±0,10
9	3,71±0,40	-0,03±0,01	0,47±0,02	1,74±0,15	1,06±0,14	48,98±0,44
10	6,63±0,67	-0,01±0,01	0,71±0,01	4,09±0,39	3,62±0,28	52,72±0,33
11	6,23±0,22	-0,02±0,01	0,71±0,01	4,32±0,38	3,42±0,25	51,80±0,44
12	6,03±0,80	-0,02±0,01	0,70±0,02	3,90±0,36	3,28±0,37	51,93±0,39

Fonte: Dos autores, 2019.

Tabela 2 – Modelos matemáticos para as variáveis dependentes estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) e resultados da otimização e das análises da amostra controle e do ponto otimizado do delineamento de misturas simplex-centróide

Variável dependente	Modelo matemático	R ²
Estabilidade de emulsão (g.100g ⁻¹)	$72,16 x_1 + 100,09 x_2 + 100,44 x_3 + 43,80 x_1 x_2 + 28,91 x_1 x_3 - 83,11 x_1 x_2 x_3$	0,98
Atividade de água (g.100g ⁻¹)	$0,9745 x_1 + 0,9735 x_2 + 0,9504 x_3 + 0,0602 x_1 x_3 + 0,0393 x_2 x_3$	0,86
L^*	$71,36 x_1 + 69,66 x_2 + 58,60 x_3 + 6,79 x_1 x_2 + 17,96 x_1 x_3 + 6,57 x_2 x_3 - 35,70 x_1 x_2 x_3$	0,98
a^*	$8,52 x_1 + 4,90 x_2 + 7,46 x_3 - 6,44 x_1 x_3 + 10,15 x_1 x_2 x_3$	0,93
b^*	$11,72 x_1 + 23,03 x_2 + 25,28 x_3 + 16,09 x_1 x_2 x_3$	0,99
Força de cisalhamento (N)	$12,28 x_1 + 1,91 x_2 + 1,15 x_3 + 17,24 x_1 x_2 + 28,18 x_1 x_3 - 125,09 x_1 x_2 x_3$	0,98
Dureza (N)	$13,19 x_1 + 2,25 x_2 + 1,29 x_3 + 18,22 x_1 x_2 + 22,27 x_1 x_3 - 101,18 x_1 x_2 x_3$	0,99
Adesividade (N.s)	$-0,52 x_1 - 0,11 x_2 - 0,02 x_3 + 0,66 x_1 x_2 + 1,01 x_1 x_3$	0,94
Coesividade	$0,76 x_1 + 0,31 x_2 + 0,27 x_3 + 0,90 x_1 x_2 + 0,71 x_1 x_3 + 2,03 x_1 x_2 x_3$	0,98
Gomosidade (N)	$10,46 x_1 + 0,53 x_2 + 0,52 x_3 + 15,37 x_1 x_2 + 14,53 x_1 x_3 - 82,53 x_1 x_2 x_3$	0,98
Mastigabilidade (N)	$9,22 x_1 + 0,03 x_2 + 0,18 x_3 + 14,71 x_1 x_2 + 12,09 x_1 x_3 - 74,33 x_1 x_2 x_3$	0,98
Umidade (g.100g ⁻¹)	$59,82 x_1 + 50,57 x_2 + 50,78 x_3 - 10,15 x_1 x_3$	0,88

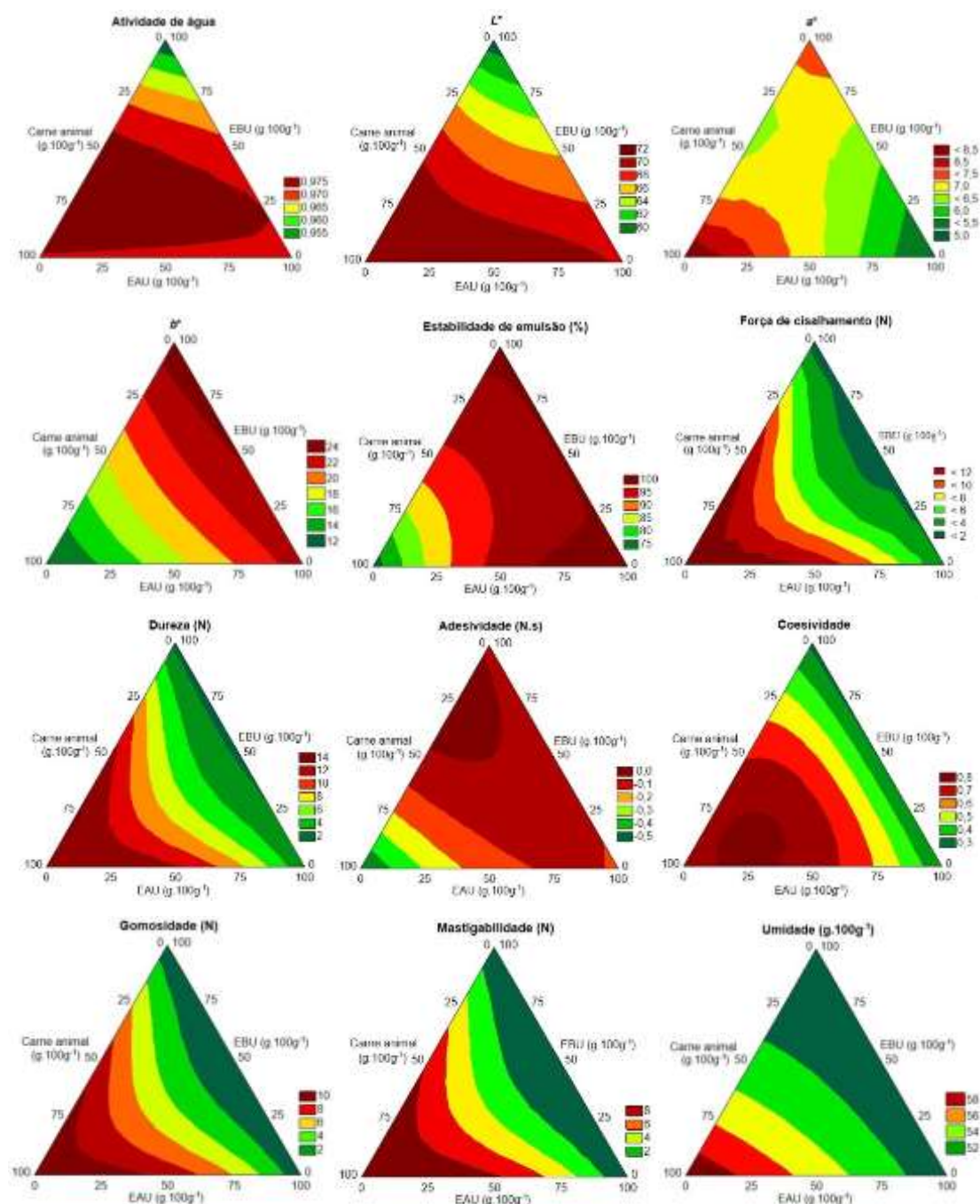
Resposta	Alvo	Importância	Valor predito	Ponto otimizado	Desvio relativo (%)	Controle
Carne animal	Minimizar	5	0,37	-	-	-
EAU	Maximizar	5	0,63	-	-	-
EBU	Na faixa	3	0,00	-	-	-
Estabilidade de emulsão (%)	Maximizar	5	98,50	100,00±0,00	1,50	72,26±2,97
Atividade de água	Na faixa	3	0,9756	0,9743±0,0005	-0,13	0,9742±0,0007
L^*	Na faixa	3	71,32	70,21±0,17	-1,58	71,57±0,31
a^*	Na faixa	3	5,99	6,50±0,19	7,85	8,67±0,35
b^*	Na faixa	3	18,76	19,25±0,20	2,55	11,90±0,35
Força de cisalhamento (N)	Maximizar	5	9,88	13,57±0,57	27,19	11,90±1,02
Dureza (N)	Na faixa	3	10,67	15,19±0,57	29,76	12,90±1,08
Adesividade (N.s)	Maximizar	3	-0,12	-0,12±0,02	-1,56	-0,53±0,02
Coesividade	Minimizar	2	0,70	0,67±0,02	-4,48	0,77±0,01
Gomosidade (N)	Na faixa	3	7,89	10,22±0,59	22,80	10,15±0,76
Mastigabilidade (N)	Maximizar	3	6,94	8,26±0,65	15,98	8,90±0,81
Umidade (g.100g ⁻¹)	Na faixa	3	53,65	53,94±2,35	0,54	52,00±0,19

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: EAU – Extensor de carne a alta umidade; EBU – Extensor de carne a baixa umidade.

Nota: x_1 , x_2 e x_3 – níveis codificados para carne animal, extensor de carne a alta umidade e extensor de carne a baixa umidade, respectivamente.

Figura 1 – Curvas de contorno para as variáveis dependentes estatisticamente significativas



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: EAU – Extensor de carne a alta umidade; ECB – Extensor de carne a baixa umidade.

Sobre a validação, foi verificado que os modelos foram validados em relação a estabilidade de emulsão, atividade de água, cor instrumental, adesividade, coesividade e umidade. Para os modelos matemáticos de força de cisalhamento, dureza, gomosidade e mastigabilidade, a validação não foi obtida, devido seus maiores coeficientes de variação. Os valores de desvios relativos aceitos para a

validação dos modelos matemáticos foram de 10 %. No entanto, para estes parâmetros, os valores obtidos no ponto otimizado foram melhores que os preditos pelo modelo matemático.

Em relação a digestibilidade das proteínas, os resultados indicam que $94,48 \pm 1,79$ % das proteínas da amostra controle foram digeridas. No ponto otimizado, o valor de digestibilidade foi de $85,23 \pm 2,52$ %. A digestibilidade das proteínas da soja pode ser comprometida devido à presença de fatores antinutricionais, como os inibidores de tripsina, como o Bowman-Birk Inhibitor (BBI) e Kunitz (VERNAZA *et al.*, 2012). Entretanto, a extrusão pode melhorar a digestibilidade da proteína de soja pela inativação destes inibidores (FOLTYN *et al.*, 2013).

Conclusão

Nos ensaios que não continham carne bovina não houve formação visível de emulsão verdadeira, e sim a formação de uma massa coesa. O uso combinado entre extensores de carne com a carne animal aumentou significativamente a estabilidade de emulsão e os resultados da análise de perfil de textura, o que permitiu concluir que houve uma melhora no produto final em relação aos parâmetros analisados. Desta forma, foi possível substituir 63 % da carne animal sem comprometer as características tecnológicas dos emulsionados cárneos elaborados através de sistema modelo, apresentando uma digestibilidade de proteína de aproximadamente 85 %.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPEMIG e à CAPES pelas bolsas de estudos e pelo financiamento (Código 001), e à Solae, à Labonathus e à Clariant pelo fornecimento do isolado proteico de soja, glúten vital e envoltório celulósico, respectivamente. Estendemos nossos agradecimentos à UNICAMP, à UFVJM e ao ICT pelo suporte institucional.

Referências

- AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. *In. Association of Official Analysis Chemists International*, 19th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2012.
- BORBA, C. M. *et al.* Avaliação físico-química de hambúrguer de carne bovina e de frango submetidos a diferentes processamentos térmicos. **Alimentos e Nutrição**, v. 24, n. 1, p. 21-27, 2013.
- DERRINGER. G. C.; SUICH. R. Simultaneous optimization of several response variables. **Journal of Quality Technology**, v. 12, n. 4, p. 214-219, 1980.

- FOLTYN, M. *et al.* Effect of extruded full-fat soybeans on performance, amino acids digestibility, trypsin activity, and intestinal morphology in broilers. **Czech Journal of Animal Science**, v. 58, n. 10, p. 470-478, 2013.
- MACDONALD, R. S.; PRYZBYSZEWSKI, J.; HSIEH, F-H. Soy protein isolate extruded with high moisture retains high nutritional quality. **Journal of agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 9, p. 3550-3555, 2009.
- PARKS, L. L.; CARPENTER, J. A. Functionality of six nonmeat proteins in meat emulsion systems. **Journal of Food Science**, v. 52, n. 2, p. 271-274, 1987.
- RIZZELLO, C. G. *et al.* Use of sourdough made with quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour and autochthonous selected lactic acid bacteria for enhancing the nutritional, textural and sensory features of white bread. **Food Microbiology**, v. 56, n. 1, p. 1-13, 2016.
- SCHMIELE, M.; CLERICI, M. T. P. S.; CHANG, Y. K. Meat Analogue Produced with Soy Protein Isolate and Vital Gluten by Thermoplastic Extrusion: Technological, Physicochemical and Nutritional Characteristics. *In*: WALTER, D. B. (org.). **Gluten: Sources, Composition and Health Effects**. Hauppauge: Nova Science Publishers, 2013. p. 87-106.
- SCHMIELE, M. *et al.* Dietary fiber as fat substitute in emulsified and cooked model system. **LWT-Food Science and Technology**, v. 61, n. 1, p. 105-111, 2015.
- VERNAZA, M. G. *et al.* Brazilian Soybean Products: Functional Properties and Bioactive Compounds. *In*: TUNICK, M. H.; MEJÍA, E. G. (org.). **Hispanic Foods: Chemistry and Bioactive Compounds**. Washington: American Chemical Society, 2012. p. 259-277.

Capítulo 34

Avaliação da qualidade na produção do leite em uma cooperativa de Dourados/MS

Rosalinda Arévalo-Pinedo*¹; Bianca Luiza da Silva Souza²; William Renzo Cortez -Vega³; Carlos Alberto Baca Maldonado⁴; Sandriane Pizato⁵, Aroldo Arévalo-Pinedo⁶

Resumo

A melhoria da qualidade na indústria láctea faz com que a produção de derivados do leite sejam, cada dia, mais inseridos a nível internacional, a globalização trouxe mudanças que podem beneficiar o mercado brasileiro, embora isso requer adequar às normativas, para entrar a competir com mercados já reconhecidos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da produção do leite numa cooperativa da região de Dourados-MS. Os dados das análises físico-químicas foram coletados diretamente dos registros da cooperativa através do controle mensal por um período de 4 meses. De acordo com os resultados obtidos quanto à análises de qualidade do leite, a média dos parâmetro foram: % gordura $4,05 \pm 0,4$; % lactose $4,79 \pm 0,18$; % proteína $3,6 \pm 0,28$; sólidos não gordurosos $8,2 \pm 0,65$ e densidade $1,0323 \pm 0,66$, todos os valores estiveram dentro dos parâmetros exigidos pela legislação. Quanto as análises de presença de mastite, o resultado do teste foi negativo para os produtores assíduos. Pode-se concluir que a cooperativa através de análises rotineiras para cada produtor, mantém a qualidade do produto, como também um mercado seguro para colocar a pequena produção dos cooperandos.

Palavras-chaves: Análises, físicos, químicos, leite.

Introdução

Atualmente a comercialização do leite está ligada a um mercado do tipo oligopsônio (grande quantidade de pequenos produtores que vendem seu produto a número reduzido de compradores)

¹Professor, Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

²Egresada, Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

³Professor, Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD.

⁴Professor, Curso Intercultural, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD.

⁵Professor colaborador, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD.

⁶Professor, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Tocantins – UFT.

*arevaloros@hotmail.com

(VASCONCELLOS e GARCIA, 2006). Isto é mais notado na indústria láctea, sendo que em cada cidade existem dois ou três laticínios que adquirem a maior parte do leite dos pequenos produtores rurais, ou seja, o preço do leite está ligado ao laticínio, que é o responsável pela divisão do preço perante o produtor.

Em 2015, a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) e a Embrapa Gado de Leite se associaram para elaborar o estudo mais amplo e atual sobre o cooperativismo de leite brasileiro. Acreditando que conhecendo esta realidade, seria mais seguro para construir e implementar estratégias privadas e públicas em prol deste segmento (EMBRAPA, 2015a).

A pecuária leiteira brasileira ainda é considerada não profissionalizada devido à grande heterogeneidade dos sistemas de produção onde há convivência entre a pecuária desenvolvida e a de porte extrativista com baixo nível tecnológico, somando-se a este último sua baixa produtividade (BANCO DO BRASIL, 2010). Tratando-se de um produto sem possibilidades de estocagem, a qualidade do leite que chega às indústrias depende do manejo do produto coletado pelos pequenos produtores leiteiros (PHILPOT e NICKERSON, 2002); Assim, as propriedades devem garantir a qualidade atendendo os critérios exigidos para a avaliação da qualidade do leite cru, este monitoramento é muito importante pois influenciará no preço do leite e seus derivados (EMBRAPA, 2006).

Considera-se que o controle da qualidade do leite, química e higiênica é crítica, e está ligada intimamente à alimentação e a práticas de ordenha as quais variam entre produtores (SRAIRI, 2009). Os principais parâmetros utilizados pela maioria dos programas de qualidade do leite estão fundamentados nos conteúdos de gordura, proteína e lactose, contagem de células somáticas (CCS), contagem bacteriana total (CBT), adulteração por água, resíduos, antibióticos, qualidades organolépticas (odor, sabor, aspecto) e temperatura do leite (MONARDES, 1998). Com relação à composição química do leite cru, não existem diferenças em relação aos tipos de leite. Esta varia em função da sanidade do rebanho, dieta bovina, raça bovina, estação do ano e estágio de lactação (EMBRAPA, 2006a). Por todo o exposto o objetivo do trabalho foi avaliar os dados da produção de leite numa cooperativa leiteira da região Dourados-MS.

Material e métodos

A cooperativa de leite para o desenvolvimento deste trabalho está localizada na zona semi-rural a 15km de Dourados – MS. A capacidade de processamento atualmente é de 4,5 mil L/dia de leite pasteurizado e embalado em sacos de plástico. A cooperativa conta atualmente com 25

fornecedores do município de Dourados e 16 do município de Caarapó. Como o fornecimento de leite é diário, o controle de qualidade é feito, também, diariamente com todos os fornecedores, com o intuito de aceitar ou rejeitar a matéria prima. De acordo com o gerente da cooperativa, durante o tempo que a cooperativa bem trabalhando, nenhum dos produtores que fornecem o leite foi rejeitado. As análises são realizados com auxílio de um analisador de leite (Ultrasom *Analyzer Latoscan*), os parâmetros analisados são: pH, acidez, %d e lactose, % de gordura, densidade, sólidos não gordurosos (SNG) e % de proteína. Assim mesmo a cooperativa realiza a medida do ponto de congelamento ou índice crioscópico e análises de mastite, sendo registrados em planilhas específicas para cada fornecedor. Estes dados são verificados mensalmente pela IAGRO (Inspeção e Defesa Agropecuária de Mato Grosso do Sul) órgão que verifica a qualidade dos produtos no estado de Mato Grosso do Sul.

Os dados para o presente trabalho, foram coletados diretamente na cooperativa láctea durante um período de 4 meses, seguidamente realizou-se a média das análises para cada mês pesquisado.

Resultados e discussão

Os dados das análises realizadas através do Analisador de leite (Ultrasom *Analyzer Latoscan*) estão lançados na Tabela 1, onde podem ser observados valores para: % gordura, % SNG, Densidade, % proteína e % lactose.

Tabela 1 - Análises rotineiros na cooperativa e Dourados-MS, nos 4 meses de estudo

Meses	% gordura	% SNG*	Densidade	% proteína	% lactose
Novembro	4,1±0,45 ^a	8,31±0,69 ^a	1,0326±0,56 ^a	3,67±0,18 ^a	4,81±0,19 ^a
Dezembro	4,05±0,39 ^a	8,34±0,55 ^a	1,0323±0,66 ^a	3,61±0,11 ^a	4,78±0,17 ^a
Janeiro	4,02±0,42 ^a	8,32±0,55 ^a	1,0320±0,73 ^a	3,56±0,13 ^a	4,76±0,17 ^a
Fevereiro	4,03±0,41 ^a	7,73±0,83 ^a	1,0321±0,70 ^a	3,56±0,70 ^a	4,80±0,19 ^a

- Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

*Sólidos não gordurosos

De acordo com a Tabela 1, pode-se observar que o percentual de gordura nos meses de novembro a fevereiro, não apresentaram variação significativa ($p \leq 0,05$). OLIVEIRA *et al.* (2010), afirmam que a porcentagem de gordura tende a variar mais que os outros componentes, sendo influenciado por diferentes fatores como raça, alimentação, estação do ano, idade, estágio de lactação e outros efeitos ambientais, os quais podem explicar os valores obtidos. Por outro lado, Durr,

Fontanelli e Moro (2001), relataram que a maior porcentagem de gordura no leite é causada pelas maiores porcentagens de ácido acético e butírico no rúmen do animal. Os valores encontrados na cooperativa em estudo são superiores, comparados com Silva (2013), que em seu estudo, obteve percentual de gordura de 3,8%, no entanto, ambos valores estão de acordo com o preconizado pela legislação, que é no mínimo 3,0g/100g, segundo IN 62/2011 (BRASIL, 2011). Quanto ao teor de sólidos não gordurosos (SNG) encontra-se valores na faixa de 7,73 a 8,34% valores próximos encontrados por Silveira e Bertagnolli (2014), que em seu estudo sobre a avaliação da qualidade de leite cru, quanto ao parâmetro de SNG, obtiveram valores de 8,10 e 7,56 g/100g, valores muito semelhantes aos dados da presente pesquisa. Os valores de densidade não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$), demonstrando que estavam de acordo com o regulamento da inspeção sanitária e industrial para leite e seus derivados, resolução nº 065 de 2005. A densidade a 15°C de 1,028 a 1,034 g/ml é considerada normal. Conforme Pacheco (2011), a densidade é o peso específico do leite, é fator importante na produção de derivados, por isso os mesmos devem ser analisados.

Na Tabela 2 é possível observar resultados do índice de crioscopia do leite oriundo de produtores mais assíduos, nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro na cooperativa de Dourados-MS.

Observa-se na Tabela 2 que o produtor D foi o único com produções para todos os meses com parâmetros dentro do exigido pela legislação (-0,512 a -0,540°C). Segundo Tronco (2003), isto significa que o leite não foi fraudado, nem com adição de água ou adulterado com algum outro composto. Entretanto, segundo Veigas (2012), a crioscopia do leite bovino pode apresentar pequenas variações nos resultados. Fatores como raça, estágio de lactação, estação do ano e nutrição estão diretamente ligados com as variações normais e, de forma geral, o somatório desses fatores podem resultar em variação na ordem de $\pm 0,017^\circ\text{C}$ no ponto crioscópico.

Considerando que o presente trabalho foi realizado nos meses chuvosos na Região de Dourados, poderíamos afirmar que a umidade relativa do ar pode ter influenciado para a elevação do índice crioscópico no leite da maioria dos produtores da região, contudo, considerando a afirmação de Veigas (2012), a maioria dos produtores apresentaram valores aceitos. Índices totalmente anormais foram obtidos com o leite do produtor H nos meses de janeiro e fevereiro, no entanto, antes de inferir sobre um diagnóstico de fraude, alguns fatores foram verificados quanto à raça, teor de sólidos do leite, teor de proteína no leite, estágio de lactação (número de vacas em início de lactação no rebanho), níveis de ureia no leite e sobre tudo qualidade da dieta que quando é de baixa qualidade pode apresentar ponto de congelamento entre $-0,480^\circ\text{C}$ ($-0,497^\circ\text{h}$) devem ser avaliados, para evitar prejuízos e condenação equivocada do leite com alteração da crioscopia (VEIGAS, 2012).

Tabela 2 - Índice crioscópico no leite *in natura* recebidos nos meses de novembro a dezembro e janeiro a fevereiro

INDICE DE CRIOSCOPIA (°C)				
Produtor	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
A	0,561	0,558	0,557	0,567
B	0,554	0,555	0,555	0,565
C	0,548	0,543	0,545	0,545
D	0,538	0,54	0,54	0,538
E	0,565	0,558	0,564	0,576
F	0,561	0,556	0,556	0,566
G	0,562	0,558	0,555	0,566
H	0,56	0,555	1,572	1,413
I	0,559	0,555	0,553	0,56
J	0,543	0,539	0,539	0,539
K	0,535	0,545	0,553	0,553
L	0,539	0,536	0,542	0,542
M	0,565	0,557	0,558	0,57
N	0,585	0,573	0,569	0,589
O	0,564	0,559	0,557	0,567
P	0,53	0,53	0,533	0,533

O teste de mastite não era realizado de maneira rotineira no laticínio, normalmente ficava sob a responsabilidade do produtor, no período que foi realizado a pesquisa a cooperativa realizou a verificação através de testes recomendados (Califórnia Mastite Teste - CMT), esta análise foi realizada em amostras do leite fornecido pelos produtores, tendo resultados negativos, sem incidência de infecções pela presença de microrganismos causantes de prejudicar a qualidade do leite.

Conclusão

A avaliação da qualidade do leite através de análises físicas, químicas e os testes de crioscopia e de mastite, permitiu constatar que os pequenos produtores, fornecedores de leite a cooperativa estão observando de maneira criteriosa as boas práticas de produção de leite tais como higiene, saúde do

úbere, processo de ordenha e sobre todo o armazenamento e a coleta do produto, toda vez que os valores obtidos estiveram dentro dos parâmetros exigidos pela legislação durante os 4 meses que durou a pesquisa

As cooperativas no Brasil cumprem um papel importante para manter de forma substancial o setor agropecuário, ajuda a manter o homem no campo, cumprindo um importante papel econômico e social.

Referências

- BANCO DO BRASIL. **Desenvolvimento regional sustentável (2012)**. Disponível em: <www.bb.com.br/docs/pub/site/Esp/unv/CartilhaDRS.pdf>. Acessado em: 11 Set. 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. **Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel**, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 30 dez. 2011. Seção 1, p. 6.
- CASTANHEIRA, A. C. G. **Manual Básico de Controle de Qualidade de Leite e Derivados** – comentado. São Paulo: Cap. Lab, 2010.
- DURR, J.W., FONTANELLI, R.S.; MORO, D.V. **Determinação laboratorial dos componentes do leite**. In: Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Porto Alegre, RS: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- EMBRAPA. 2015. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_128_21720039243.html>, acesso em 1 de jan. 2018.
- EMBRAPA. **Cenários para o leite no Brasil em 2020, 2006**. Disponível em: <[http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/0E9DE01C39E70F6D832575B0005FE0B4/\\$File/NT00040DEE.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/0E9DE01C39E70F6D832575B0005FE0B4/$File/NT00040DEE.pdf)>. Acessado em: 09 de jun. 2019.
- EMBRAPA. **Cenários para o leite no Brasil em 2020, 2006a**. Disponível em: <[http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/0E9DE01C39E70F6D832575B0005FE0B4/\\$File/NT00040DEE.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/0E9DE01C39E70F6D832575B0005FE0B4/$File/NT00040DEE.pdf)>. Acessado em: 11 Set. 2013.
- MONARDES, H. **Programa de pagamento de leite por qualidade em Quebec, Canadá**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 1., Curitiba, 1998. Anais. Curitiba: UFPR, p.40-43, 1998.
- OLIVEIRA, E. N. A, SANTOS, D. C, OLIVEIRA, A. S, SOUSA, F.C. Composição físico-química de leites em diferentes fases de lactação. **Ciênc Agrár Ambient**. 2010; 8(4): 409-415. Disponível em<www2.pucpr.br/reol/index.php/academica?dd99=pdf&dd1=4512> Acesso em 1 de out. 2018
- PACHECO, M. S. **Leite cru refrigerado do Agreste Pernambucano: caracterização da qualidade e do sistema de produção**. 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência 3e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.
- PHILPOT, N.; NICKERSON, S. C. **Vencendo a luta contra a mastite**. São Paulo: Milkbizz, 2002.
- SILVA, J. G. **Análises físico-químicas do leite bovino cru e do leite pasteurizado integral beneficiado em um laticínio no município de angicos**. 2013. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal Rural do Semiárido. Angicos.

SILVEIRA, M. L. R.; BERTAGNOLLI, S. M. M. Avaliação da qualidade do leite cru comercializado informalmente em feiras livres no município de Santa Maria-RS. 2014. **Vig Sanit Debate.**, v. 2, n. 2, p. 75-80.

SRAÏRI, M. T, BENHOIDA, H; KUPER, M; LE GAL, P.Y. Effect of cattle management practices on raw milk quality on farms operating in a two-stage dairy chain. **Tropical Animal Health and Production** 41, p. 259-272, 2009.

TRONCO, V. M. **Manual para Inspeção da Qualidade do Leite**. 2003. 2ª ed. Santa Maria: UFSM.

VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA, M. H. **Fundamentos de Economia**. 2006. 2º edição. São Paulo: Saraiva, 5ª Tiragem.

VEIGAS, M.S. **Ponto de congelamento do leite**. 2012. Disponível em <<http://qualileite.org/pdf/Artigos-tecnicos-publicados-em-revista-de-divulgacao/Inforleite/2012/4.pdf>> acesso 2 de Nov. 2018.

ZOCAL, R. **Indicadores da produção mundial de leite**. 2018. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/36560390/anuario-do-leite-2018-e-lancado-na-agroleite>> Acesso em 5 Nov. 2018.

Capítulo 35

Influência da gestão de projetos no desenvolvimento de novos produtos no Curso de Engenharia de Alimentos- Estudo de caso

Rosalinda Arévalo Pinedo*¹; Gabriela Cristina da Silva Gonçalves²; William Renzo Cortez Vega³; Carlos Alberto Baca Maldonado⁴; Sandriane Pizato⁵, Aroldo Arévalo Pinedo⁶

Resumo

O processo de expansão das universidades, trouxe a implantação de novos cursos nas universidades federais, abrindo novas oportunidades à jovens com ânsias de iniciar uma profissão, embora nota-se deficiência na sua estrutura física, como são os cursos de engenharia de alimentos enfatizado neste contexto, que é um curso muito requerido hoje em dia no mercado. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da gestão de projetos no desenvolvimento de novos produtos no curso de Engenharia de Alimentos, como um estudo de caso. A pesquisa foi realizada com acadêmicos do Curso do 6º ao 10º semestre, através de um questionário *on line*, para verificar a importância da relação na gestão de projetos com desenvolvimento de novos produtos. Pelos resultados obtidos pode-se notar que é importante enfatizar ou locar uma nova disciplina, onde o acadêmico consiga fazer, plasmar protótipos de projetos no desenvolvimento de novos produtos que sejam viáveis e factíveis, se diz isto visto que aproximadamente 65% dos acadêmicos entrevistados desconhecem parcial ou totalmente a gestão de projetos dentro do curso, pode-se enfatizar que é muito interessante inserir e avaliar a alocação de uma ou em várias disciplinas que sirvam de motivação para melhorar a formação dos acadêmicos.

Palavras-chaves: Avaliação. Desenvolvimento. Projetos.

¹Professor, Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

²Egresada, Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

³Professor, Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD.

⁴Professor, Curso Intercultural, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD.

⁵Professor colaborador, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD.

⁶Professor, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Tocantins – UFT.

*arevaloros@hotmail.com

Introdução

No curso de Engenharia de Alimentos a área de gestão de projetos é de fundamental importância, pois a mesma busca dar ênfase a projetos de novos produtos, gerando assim sucesso para um dado empreendimento. Na visão de Vargas (2009), o campo de gestão de projetos tem crescido gradativamente, com isso ocorre a busca por profissionais com habilidades e qualificações a área, possuindo um certo preparo mais refinado e formalizado e assim gerando novas oportunidades de trabalho. Para Martins e Siqueira (2008), esse crescimento está relacionado, em especial a uma necessidade de mercado e com isso a gestão de projetos ganhou significativa importância na gestão de qualquer organização, pois apresenta como uma maneira flexível e ao mesmo tempo sistemática de gerenciar, o qual está associada a diversos fatores no ambiente de negócio, relacionamento entre custo-benefício.

A inexistência da disciplina de gestão de projetos no curso de engenharia de alimentos fez surgir e veio a motivar para que a presente pesquisa seja desenvolvida com o objetivo de verificar a influência da gestão de projetos no desenvolvimento de novos produtos no Curso de Engenharia de Alimentos - estudo de caso.

Material e métodos

O presente estudo foi idealizado a partir da análise teórica do conteúdo das disciplinas no Curso de Engenharia de Alimentos. A gestão de projetos relacionado ao desenvolvimento de novos produtos, juntamente com a visão de empreendedorismo na universidade. Para o desenvolvimento deste trabalho, inicialmente realizou-se um levantamento bibliográfico, utilizando artigos, livros, revistas e matérias relativo ao assunto.

Na visão de Silva (2013), a aplicação desse método é realizada, quando o pesquisador pretende investigar o que, porque, como ou quanto se dá determinada situação. Para Forza (2002) a pesquisa de levantamento ou o método *survey*, é constituído de uma coleta de informações diretamente de pessoas a respeito de suas ideias, fatos, opiniões, fundo social, educacional e similares. O tipo de coleta de tais informações é feito através de questionários, aplicados ao público alvo escolhido para a realização da pesquisa.

Este trabalho utilizou-se o método de pesquisa *survey* (FORZA, 2002; BRYMAN, 1989), que fornece dados quantitativos. A pesquisa de campo foi realizado através do levantamento de informações, utilizando um questionário estruturado *online* contendo treze questões fechadas (via

GoogleDocs), enviado para os alunos do curso de Engenharia de Alimentos o link do questionário para as turmas dos estudantes da 6^o a 10^o turma do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal da Grande Dourados / UFGD, situada no estado de Mato Grosso do Sul.

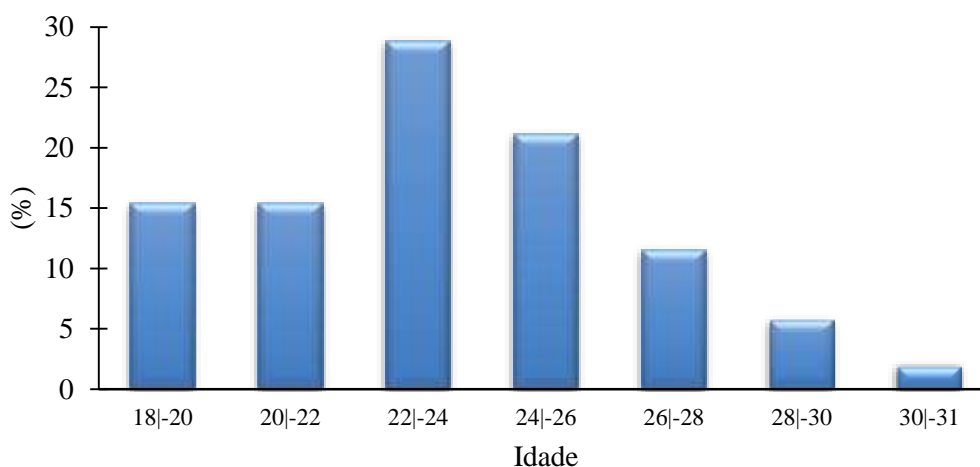
Para o tratamento dos dados utilizou-se o software provido de recursos e construção de gráficos estatísticos (Microsoft Excel-2016).

Resultados e discussão

A presente pesquisa iniciou-se com um pré-teste, que foi distribuído via internet na plataforma do (GoogleDocs), tal ação foi imprescindível para um refinamento dos objetivos do trabalho. Após, uma análise prévia sobre as respostas do pré-questionário, procurou-se discutir e se concretizou o questionário final, sendo enviado aos alunos matriculados no 6^{to} ao 10^{mo} semestre, obtendo 52 participantes.

Na Figura 1, destaca-se a heterogeneidade em relação a idade dos participantes.

Figura 1 - Idade dos acadêmicos participantes do curso de Engenharia de Alimentos.

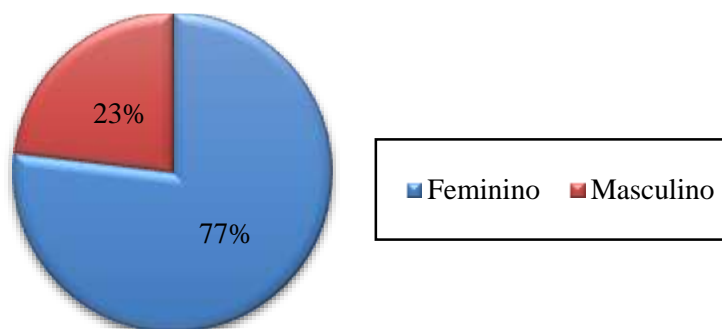


A fim de apurar os dados coletados para análise desta pesquisa, utilizou-se o software provido de recursos e construção de gráficos estatísticos. Outra variável analisada, foi em relação ao gênero dos entrevistados, como podemos notar na Figura 2, a grande maioria do curso de Engenharia de Alimentos é composta pelo sexo feminino.

No Brasil segundo Guimarães (2011), embora as mulheres sejam praticamente a metade dos pesquisadores cadastrados no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

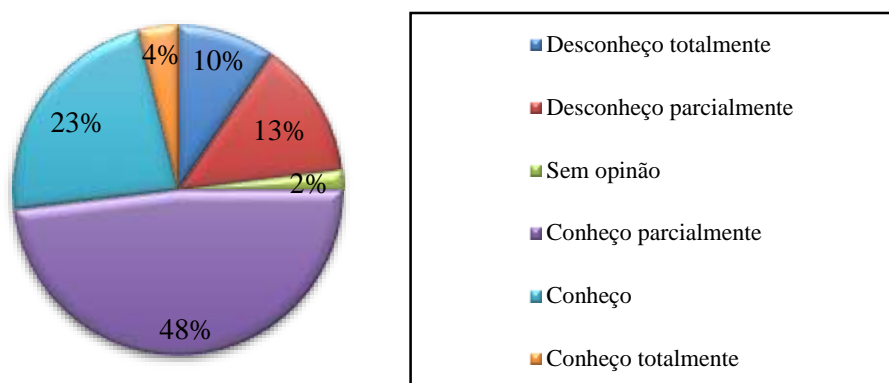
(CNPq), a distribuição por áreas do conhecimento é desigual. Por exemplo, no campo da Linguística, as mulheres estão em um percentual de 67%, na Saúde 60%, nas Engenharias 26% e nas Ciências Exatas 33%. Uma das causas prováveis para essa diferença entre homens e mulheres na carreira científica, pode estar associada ao processo de educação informal estabelecida pela família, mídia e relações sociais, as mulheres passam por um processo de socialização diferenciado e são estimuladas a lidarem com assuntos que envolvem mais as áreas de saúde, educação e bem-estar. Essa hipótese faz sentido quando se observa a área das Ciências Agrárias, caracterizada uma área masculina, mas quando se trata da subárea Ciência e Tecnologia de alimentos o percentual de mulheres é superior ao dos homens (57% de mulheres). Isso mostra que, o curso de Engenharia de Alimentos da UFGD, a população de pessoas do sexo feminino é muito superior do que o sexo masculino.

Figura 2 - Gênero dos respondentes no curso de Engenharia de Alimentos



Pode-se notar na Figura 3 que quase a metade dos estudantes conhecem parcialmente a área de desenvolvimento de novos produtos (DNP), no ramo de alimentos e bebidas.

Figura 3 - Conhecimento da área de desenvolvimento de novos produtos no ramo de alimentos e bebidas

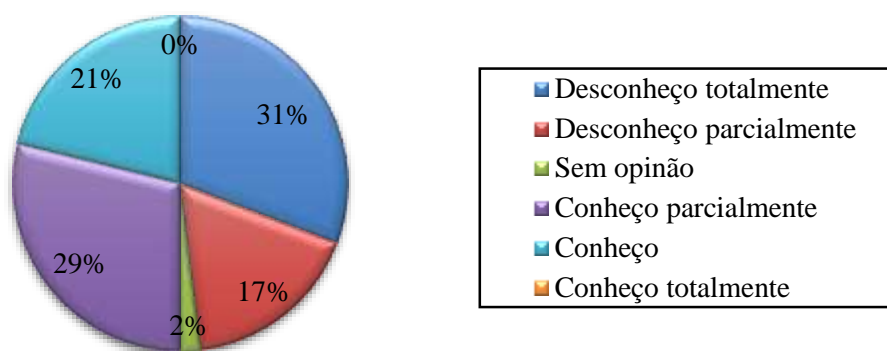


O resultado de 48% dos participantes conhecerem parcialmente, pode estar relacionado ao projeto pedagógico do curso, sendo que o objeto de incentivo na formação do Engenheiro de

Alimentos da UFGD é o conhecimento tecnológico, para sensibilizá-lo das potencialidades da região, rica em matérias-primas agropecuárias e nativas, mostrando a necessidade de se adaptar, criar novas tecnologias para aplicação nos processos dessas matérias-primas e desenvolver novos processos e produtos.

Na Figura 4 podemos observar que 31% dos participantes responderam que desconhece totalmente a gestão de projetos dentro do curso, possivelmente porque o tema não é visto em nenhuma das disciplinas.

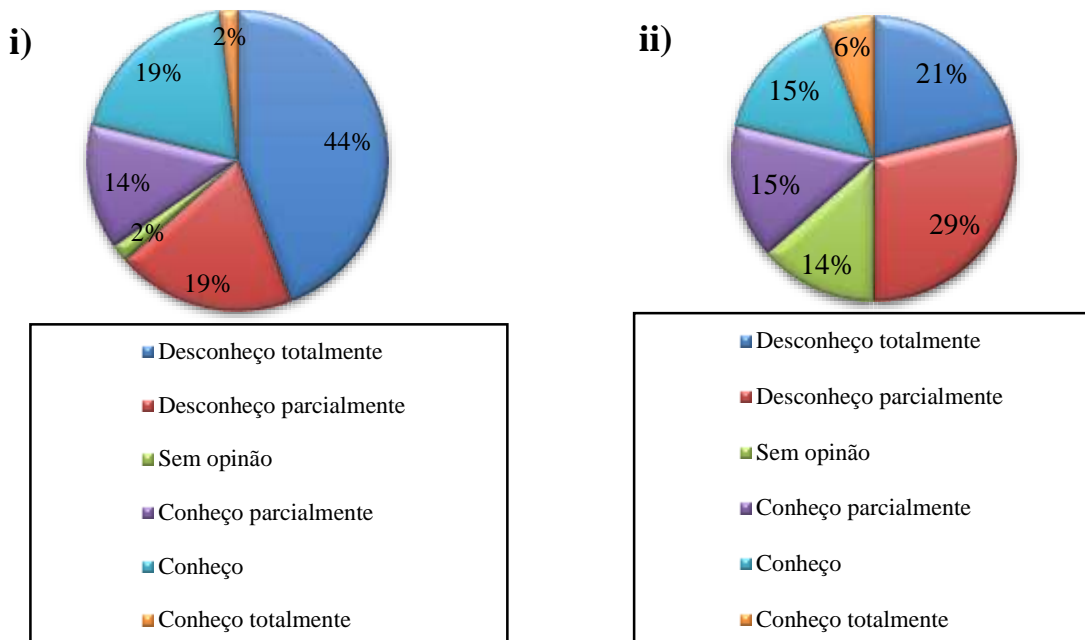
Figura 4 - Conhecimento sobre o que é gestão de projetos entre os participantes da pesquisa



Segundo Sotille (2013), ressalva que, o gerenciamento de projetos é uma área que cresce cada vez mais e está cheia de oportunidades, há um mercado para 20 milhões de gerentes de projetos no mundo, de acordo com as respostas obtidas nota-se que 31% dos acadêmicos precisam enfatizar mais e conhecer melhor o conteúdo para poder estar preparados e poder desenvolver neste campo amplo que o Mercado oferta.

De todos os participantes, pode se observar na Figura 5 i – cerca de 44 % dos graduandos, desconhece totalmente a importância de gestão de projetos no curso e 19% desconhece parcialmente, mostrando que os alunos apenas conhecem o que lhe é passado. Tal situação, pode ser levado em consideração, como uma vantagem para aprofundar o assunto no curso, vendo que os mesmos não sabem da importância da junção das áreas. De acordo com a Figura 5 ii- pode se observar que cerca de 21% dos graduandos desconhece totalmente a ligação entre a área de gestão de projetos com desenvolvimento de novos produtos e processos; 29% da população acadêmica participante, desconhece parcialmente. Independe das matérias como Administração, Economia e Projetos Agroindustriais, sendo ofertadas durante os últimos semestres, os números visto dão mais ênfase a hipótese de que, as áreas relacionadas a gestão empresarial no curso são pouco ofertadas.

Figura 5 - i) Conhecimento sobre a importância da gestão de projetos no curso de Engenharia de Alimentos. ii) Conhecimento sobre a união de desenvolvimento de novos produtos e processos com gestão de projetos.



Sasaki (2014) argumenta que “a indústria de Alimentos e Bebidas no Brasil, na maioria das empresas não tem a maturidade adequada em Gestão de Projetos”. Argumenta que os fatores mais complexos são; existe ainda um baseamento empírico no setor, que gera informações carentes e insuficiente; além de baixo investimento financeiro em projetos, que tem como consequência a contratação de equipes deficientes em conhecimento das ferramentas de gestão e boas práticas; assim como sem nenhum conhecimento acerca das normas governamentais (Sasaki, 2014).

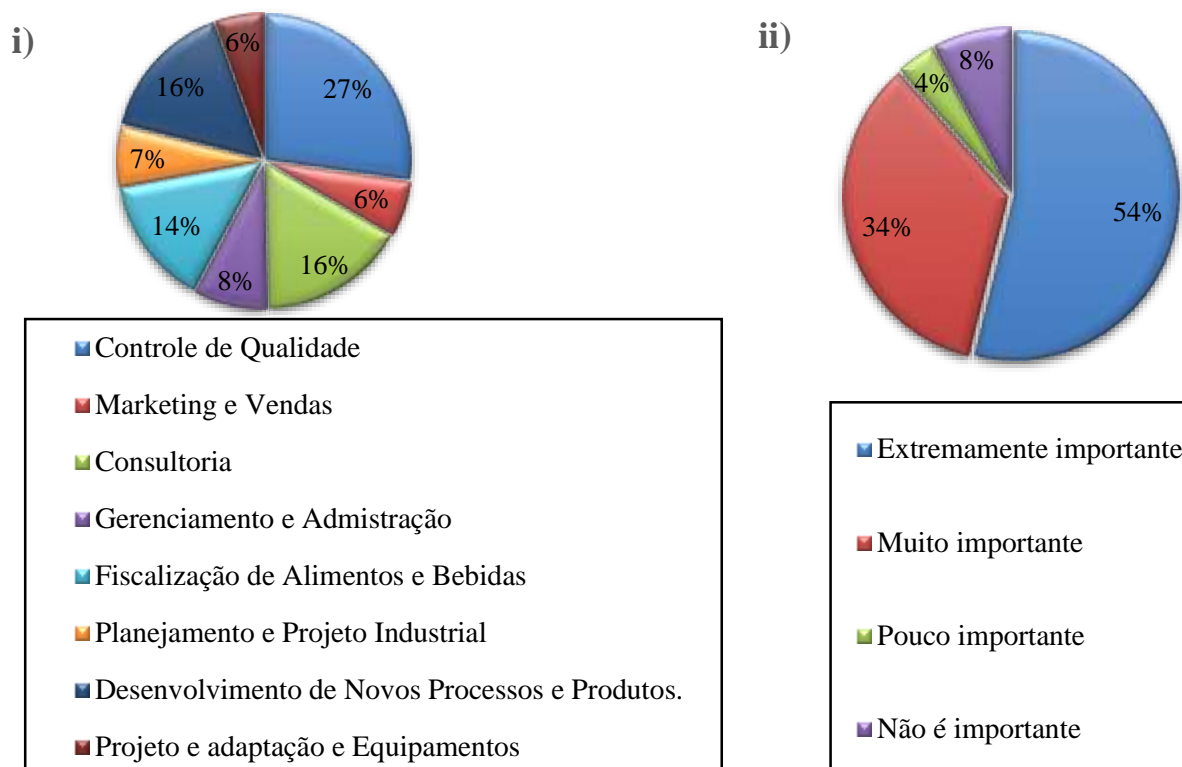
Segundo Prieto *et al.* (2005), o âmbito alimentício mostra-se resistente à inovação, uma vez que as pesquisas representam um elevado custo, existe falhas na comunicação entre setores envolvidos e as pesquisas de mercado tem elevados custos.

Na Figura 6, i) e i) pode-se observar que os alunos participantes, consideram as áreas mais comuns de atuação de um Engenheiro (a) de Alimentos são controle de qualidade 27%, consultoria 16%, e desenvolvimento de novos Processos e produtos 16%.

Nota-se que os acadêmicos que participaram na pesquisa, possuem tal visão da área de atuação, pois o curso aparentemente só foca mais as áreas de ciência e tecnologia de alimentos. Mostrando assim um ponto a ser discutido, pois o profissional no ramo de Engenharia de Alimentos é caracterizada como sendo multidisciplinar. Segundo Dolabela (1999), a disseminação do empreendedorismo deve ser vista muito mais, como um processo de formação de atitudes e

características do que como uma forma de transmissão de conhecimento. Outro ponto que, envolve nessa questão de gestão de projetos, o processo de empreender, pois mostra características que são muito bem valorizadas tanto para a economia do Brasil, como a própria vida pessoal. Como podemos observar na Figura 8, cerca de 54% dos graduandos consideram importante tais características empreendedoras como a busca por oportunidades, iniciativa, criatividade.

Figura 6 i)- Áreas de atuação que os participantes acreditam que Engenheiro de Alimento pode atuar
ii) Busca por oportunidades, iniciativa, criatividade são algumas características empreendedoras



Conclusão

A pesquisa revelou um desconhecimento sobre a importância da gestão de projetos no curso de Engenharia de Alimentos, sendo importante a inserção de disciplinas que formem com mais ênfase ao profissional para ter uma formação mais completa e competitiva, adaptando-se ao complexo mercado dos alimentos.

Conclui-se também a importância de enfatizar ou locar uma nova disciplina, onde o acadêmico consiga estender o conhecimento, plasmar protótipos de projetos no desenvolvimento de novos

produtos que sejam viáveis e factíveis, visto que aproximadamente 65% dos acadêmicos entrevistados desconhecem parcial ou totalmente a gestão de projetos dentro do curso, assim mesmo é muito interessante inserir e avaliar a alocação de uma ou em várias disciplinas que sirvam de motivação para melhorar a formação do futuro profissional.

Referências

- BRYMAN, A. **Research Methods and organizational studies**. London: Unwin Hyman, 1989.
- DOLABELA, F. *Oficina do Empreendedor*. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1999. Empresa emergente de base tecnológica: condições internas e ambientais de sucesso. In: **IX SEMINÁRIO NACIONAL DE PARQUES TECNOLÓGICOS E INCUBADORAS DE EMPRESAS – VII Workshop ANPROTEC**. Porto Alegre/RS, 28/09 a 01/10/1999.
- FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective international. **International Journal of Operations & Production Management**. V.22. n.2. p. 152-194, 2002.
- GUIMARÃES, M. **Ciência, palavra (pouco) feminina**, Revista FAPESP, Edição 190, 2011.
- MARTINS, S. S.; SIQUEIRA, V. A. A Gestão de Projetos Como Instrumento de Planejamento e Comunicação em Pequenas Empresas: **Um Estudo no Setor Metalúrgico**. V I I S E M E A D. Disponível em: sistema.semead.com.br/7semead/paginas/artigos%20recebidos/Adm%20Geral/ADM31-_A_Gest%20de__projetos_S%20E9rgio_Martins.PDF. Acesso em 20 out. 2018.
- PRIETO, E., MIGUEL, P. A. C., & CARVALHO, M. M. (2005). Contribuição do gerenciamento de escopo para o sucesso no projeto de desenvolvimento de novos produtos: um caso de lançamento de refrescos na indústria alimentícia. In **Anais eletrônicos do 5º Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento do Produto**. Curitiba: CEFET. 1 CD-ROM.
- SASAKI, R. (2014). **A epopeia da Gestão de Projetos na indústria de Alimentos**. <http://pbcgroup.com.br/blog/2014/12/10/a-epopeia-e-o-futuro-da-gestao-de-projetos-riscos-na-industria-de-alimentos-bebidas-no-brasil/>. Acesso em 13 mai.2019.
- SOTILLE, M. **PM Tech – Capacitação em Projetos**. Como iniciar uma carreira em Gerenciamento de Projetos, 2013. Disponível em: www.pmtch.com.br/artigos/Iniciando%20Carreira%20em%20GP%20%20Mauro%20Sotille.pdf. Acesso em: 23 mar. 2019.
- VARGAS, R. **Gerenciamento de projetos – Estabelecendo diferenciais competitivos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

Capítulo 36

Caracterização de cladódios e frutos de palma (*Opuntia ficus indica* L. Mill) e aplicação em uma sobremesa tipo gelatina de ágar-ágar

Alisson Silva Mariano¹; Iara Rocha Xavier¹; Anderson Santos Souza²; Dioneire Amparo dos Anjos^{*3}; Cassiara Camelo Eloi de Souza³; Marcia Elena Zanuto²

Resumo

A palma e seu fruto apresentam qualidade nutricional e funcional, porém, ainda pouco explorada no desenvolvimento de produtos alimentícios. O ágar-ágar é um hidrocolóide derivado de algas. Neste trabalho elaborou-se uma sobremesa tipo gelatina de ágar-ágar, saborizada com cladódios e frutos da palma (*Opuntia ficus indica* L. Mill) avaliando suas propriedades nutricionais e funcionais. Foram elaboradas quatro formulações: cladódio da palma com maracujá adicionando-se açúcar e outra adoçante, fruto da palma adicionando-se açúcar e outra adoçante. Foram realizadas análises de umidade, cinzas, acidez titulável, pH, sólidos solúveis totais, açúcares redutores, ratio, lipídeos e bioativos das matérias primas (cladódio e fruto da palma) e análises de acidez, pH, sólido solúveis totais, ratio e bioativos dos produtos desenvolvidos. Observou-se que as sobremesas apresentaram resultados próximos aos das matérias-primas, com exceção dos sólidos solúveis e ratio nas sobremesas com adição de açúcar, o que já era esperado. Destaca-se o alto teor do bioativo, flavonoides e clorofilas nas sobremesas com o fruto da palma. Os produtos elaborados possuem uma boa qualidade nutritiva e funcional, diferenciando-se, também, das gelatinas tradicionais pela isenção de aditivos químicos, sendo uma opção mais saudável para crianças e adultos além de agregar valor à palma e ao fruto.

Palavras-chave: Bioativos. Composição química. Desenvolvimento de produto. Figo-da-índia.

Introdução

Os cladódios da palma (*Opuntia ficus indica* L. Mill.), apresentam grande quantidade de água e são considerados ricos em vitaminas A, C e do complexo B, e em minerais como cálcio, magnésio,

¹Graduando(a) do Curso de Nutrição, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia

² Professor(a) Associado (a), Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia

³ Professora Adjunta, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia

*Autor para correspondência: dioneireanjos@hotmail.com

sódio, potássio (ASSUNÇÃO *et al.*, 2017), aminoácidos, ácidos graxos, esteróis (EL-MOSTAFA *et al.*, 2014), flavonoides, antocianinas, clorofilas e carotenóides (FARIAS, 2013).

A presença de compostos bioativos nos cladódios da palma, faz dela um alimento com propriedades funcionais que ajudam na promoção da saúde, apresentando atividade antioxidante, anti-inflamatória, propriedades hipoglicêmicas, antimicrobian, auxiliando na diminuição dos níveis de colesterol, atuando em mecanismos anti-ulcerativos, sendo também considerada um regulador metabólico de desordens como a diabetes e a obesidade (EL-MOSTAFA *et al.*, 2014).

A palma também se destaca pelo grande teor de mucilagem, que é um hidrato de carbono complexo, promissor para indústria alimentar como um aditivo. A mucilagem faz parte do subgrupo de polissacarídeos que são caracterizados por não serem degradados por enzimas digestivas e tendo como benefícios a redução do risco cardiovascular, melhora da função intestinal e redução de peso (FERNANDES *et al.*, 2014).

Os frutos da palma, conhecidos como figo da índia, possuem sabor adocicado e coloração amarelo-alaranjada. São ricos em vitamina C e E, carotenoides, fibras e compostos antioxidantes (fenóis, flavonoides e betalaínas) que apresentam ação hipoglicêmica, hipolipidêmica e conferem uma alta capacidade antioxidante (EL-MOSTAFA *et al.*, 2014).

Desta forma, o consumo de palma e do fruto deve ser estimulado na alimentação brasileira, sendo um alimento de fácil acesso, bem adaptado ao Semiárido Nordeste e que apresenta qualidade nutricional e funcional, porém, ainda pouco explorado no desenvolvimento de produtos alimentícios.

A elaboração de uma sobremesa tipo gelatina de cladódios e de frutos da palma, utilizando o ágar-ágar, é uma estratégia para uma alimentação mais saudável, principalmente para crianças, sendo também uma opção para veganos.

O ágar-ágar é um alimento de origem asiática, que faz parte do hábito alimentar de diversos povos há séculos e atualmente é utilizado como ingrediente alimentar na produção de gelatinas, caramelos, recheios coberturas, entre outros. Por ser derivado de algas, se torna bem aceito pelo público vegano e vegetariano. Além disso, por ser uma fibra solúvel, ajuda na prevenção do excesso de peso, aumenta a saciedade, contribui para regulação do trânsito intestinal e regeneração da parede intestinal (AGAR-AGAR, 2010).

Diante deste contexto, o presente trabalho buscou explorar o cladódio e o fruto da palma (*Opuntia ficus* L. Mill.) como ingredientes saborizadores utilizados na elaboração de formulações de sobremesa tipo gelatina, avaliando a qualidade nutricional e funcional.

Material e métodos

Foram utilizados cladódios de palma do cultivar “Gigante” (*Opuntia ficus indica* L. Mill.) medindo 10 a 20 cm de comprimento, assim como frutos maduros desta cactácea obtidos na zona rural da mesma cidade. O ágar-ágar da marca Gelialgas bem como o maracujá foram obtidos no comércio local.

Elaboração das formulações das gelatinas

Para a preparação das sobremesas tipo gelatina de cladódios de palma, extraiu-se o suco do maracujá com utilização de um liquidificador, coou-se, acrescentou o cladódio da palma ao suco, voltou-se a bater no liquidificador por 3 min. para que reduzisse a quantidade de mucilagem, depois seguiu-se com a coagem, adição de açúcar, ou adoçante, e da água quente (quase ponto de ebulição) com o ágar-ágar dissolvido, sendo mexido até a completa incorporação e deixado para gelatinizar a temperatura ambiente.

Para a preparação da gelatina do fruto da palma foram retirados os frutos do *freezer* e deixados a descongelar na geladeira de um dia para o outro. Depois seguiu-se despolpando o fruto, triturando com o auxílio de um liquidificador e coado para separar as sementes. Em seguida foi adicionada a água com o ágar-ágar dissolvido, mexendo até a completa incorporação e deixado gelatinizar a temperatura ambiente.

As quantidades de ingredientes das formulações estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Formulações da gelatina do cladódio e do fruto da palma

Ingredientes	F1	F2	F3	F4
Cladódio de palma (g)	160	160	-	-
Fruto maduro da palma (mL)	-	-	420	420
Água (mL)	150	150	80	80
Açúcar refinado (g)	80	-	80	-
Adoçante (g)	-	2,4	-	2,4
Maracujá (unidade grande)	1	1	-	-
Ágar-ágar (g)	4	4	4	4

Fonte: Dos autores, 2018.

Legenda: F1- Sobremesa tipo gelatina dos cladódios da palma com açúcar; F2 - Sobremesa tipo gelatina dos cladódios da palma com adoçante; F3 - Sobremesa tipo gelatina dos frutos palma com açúcar; F4 - Sobremesa tipo gelatina dos frutos palma com adoçante.

Análises químicas e de bioativos dos cladódios, dos frutos da palma forrageira e das gelatinas

As análises de composição química foram realizadas em triplicata seguindo a metodologia de IAL (2008) compreendendo a determinação do potencial hidrogeniônico (pH), acidez pelo método de titulação em NaOH 0,1 M, açúcares redutores e sólidos solúveis totais (Brix°), umidade e cinzas. Os lipídeos totais foram dosados por extração a frio seguindo o método de Folch, Less e Stanley (1957).

As análises dos compostos bioativos compreenderam a determinação de carotenóides de acordo metodologia proposta por Higby (1962), teor clorofilas por Bruinsma (1963) e flavonoides amarelos e antocianinas por Francis (1982).

Análise de dados

Os resultados obtidos da caracterização e química nos cladódios, frutos e nas formulações da gelatina foram inseridos no software Graphpad InStat 3.0, para cálculo da média e desvio-padrão utilizando estatística descritiva.

Resultados e discussão

Na Tabela 2 estão dispostos os resultados das análises químicas e teor de compostos bioativos da palma e do fruto da palma. Na Tabela 3 estão dispostos os resultados das análises químicas e teor de compostos bioativos da sobremesa tipo gelatina de cladódios de palma com açúcar e com adoçante e da sobremesa tipo gelatina do fruto da palma com açúcar e com adoçante.

Nota-se que o teor de acidez titulável diferiu levemente entre as formulações e a palma *in natura*. Quando se compara com a geleia de facheiro (0,43%) desenvolvida por Medeiros *et al.* (2016) percebe-se que o teor de acidez titulável é levemente superior ao da geleia, porém é divergente quando se compara com o doce em calda (0,16%), desenvolvido pelos mesmos autores. Com relação ao pH, as sobremesas tipo gelatina apresentaram um valor inferior ao da palma *in natura* devido a adição, em sua composição, do suco do maracujá que é uma fruta ácida. O valor do pH obtido foi superior ao encontrado por Medeiros *et al.* (2016) no doce em calda de facheiro (2,71). O autor explica que o baixo valor do pH foi devido a utilização de incremento ácido na formulação.

Tabela 2 - Caracterização química e teor de compostos bioativos dos cladódios e do fruto maduro de palma *Opuntia ficus indica* L. Mill., cultivar Gigante, Vitória da Conquista, BA, 2018 (média±DP).

Análises	Cladódios	Frutos maduros
Umidade (%)	93,36±0,41	88,5±0,85
Cinzas (%)	0,65±0,1	0,2±0,09
Açúcares redutores (%)	3,30±1,80	6,24±0,78
SST (°Brix)	2,91±0,14	12,17±0,38
pH	4,51± 0,05	6,22±0,05
Acidez Titulável (g. ácido cítrico.100 g-1)	0,48±0,01	0,10±0,01
Ratio	6,04±0,46	117,49±7,13
Lipídios (%)	0,08±0,02	0,05±0,01
Carotenoides (mg/100g)	0,04±0,01	0,01±0,00
Clorofila (mg/100g)	1,51±0,24	0,15±0,06
Antocianina (mg/100g)	0,25±0,05	0,20±0,05
Flavonoides amarelos (mg/100g)	11,35±1,22	0,73±0,02

Fonte: Dos autores, 2018.

Tabela 3 - Caracterização química e teor de compostos bioativos da sobremesa tipo gelatina de cladódios e dos de palma *Opuntia ficus indica* L. Mill., cultivar Gigante, Vitória da Conquista, BA, 2018 (média±DP).

	Sobremesa tipo gelatina dos cladódios da palma		Sobremesa tipo gelatina dos frutos maduros	
	Com açúcar	Com adoçante	Com açúcar	Com adoçante
Acidez Titulável (g. ácido)	0,49±0,02	0,58±0,02	0,07±0,01	0,07±0,01
pH	3,45±0,03	3,56±0,01	6,33±0,08	6,26±0,08
SST (°Brix)	11,5±0,25	1,92±0,52	18,17±0,52	9,92±0,14
Ratio (SST/AT)	23,74±1,54	3,34±0,92	274,55±32,93	151,49±32,93
Carotenoides (mg/100g)	0,03±0,01	0,03±0,01	0,01±0,0	0,02±0,0
Clorofila (mg/100g)	0,61±0,17	0,55±0,27	0,17±0,07	0,16±0,04
Antocianina (mg/100g)	0,04±0,01	0,04±0,03	0,18±0,13	0,15±0,05
Flavonoides amarelos	2,01±0,11	2,22±0,34	1,02±0,23	1,15±0,21

Fonte: Dos autores, 2018.

Os teores dos SST apresentaram diferença entre as sobremesas e o cladódio, sendo que a sobremesa com adição de açúcar apresentou maior SST do que a com adoçante e o cladódio. Os teores encontrados foram inferiores aos obtidos por Medeiros *et al.* (2016) tanto para o doce em calda de facheiro (22,73 °Brix) quanto para a geleia de facheiro (29,66 °Brix). E quando se avalia o ratio percebe-se que eles possuem valores inferiores aos calculados do estudo de Medeiros *et al.* (2016) para a geleia por (68,98) e o doce em calda (142,06), isso é devido ao valor dos SST terem sido menores nas sobremesas tipo gelatina.

Dentre os resultados obtidos dos teores de compostos bioativos da sobremesa tipo gelatina de cladódio de palma destacam-se os teores de flavonoides amarelos nos dois produtos (com açúcar e com adoçante), que foram semelhantes entre si, divergindo apenas do encontrado nos cladódios. Isso é explicado pelo fato de que, para a produção da gelatina, cladódios mais jovens foram usados, e quanto mais jovem o cladódio menor a quantidade de flavonoides (FARIAS, 2013). O teor de clorofila e antocianinas das sobremesas apresentaram valores menores quando comparados aos obtidos nos cladódios. Essa diferença de valor pode ser em decorrência da degradação por conta do processo mecânico que foi submetido durante a produção (FARIAS, 2013).

Os resultados das análises químicas da sobremesa tipo gelatina dos frutos maduros de palma com açúcar ou com adoçante, mostram que os valores de pH das formulações de gelatinas foram similares ao encontrado no fruto maduro da palma. Quando comparado com o valor de pH do sorvete do figo da índia (1,61), no estudo realizado por Fidelis *et al.* (2015), nota-se que os pH's das formulações de gelatinas foram superiores. Com relação a acidez titulável, comparando novamente com o sorvete do figo da índia, nota-se um teor mais elevado (0,39) no estudo de Fidelis *et al.* (2015) do que o das formulações da sobremesa tipo gelatina. Quanto ao teor de SST, quando comparado com o obtido pelo fruto nota-se que o valor foi superior para a formulação que teve a adição açúcar e inferior ao com adição do adoçante. Fidelis *et al.* (2015), avaliando um sorvete do figo da índia, encontraram o valor de SST de 19,33 (°Brix), valor levemente superior ao da sobremesa tipo gelatina dos frutos maduros com açúcar e bem acima do encontrado na sobremesa tipo gelatina dos frutos maduros com adoçante. Diferentemente, quando se compara os SST do iogurte do figo da índia, de 6,33 (°Brix), do mesmo autor, percebe-se que o valor encontrado é inferior ao de ambas formulações de gelatina. E quando se compara o ratio, fazendo a razão dos SST/AT do sorvete do fruto, Fidelis *et al.* (2015), obtém um valor de ratio de 49,36, valor inferior aos encontrados neste estudo, mostrando que as sobremesas tipo gelatina do fruto da palma tem um sabor bem suave e mais adocicado.

Os teores de bioativos da sobremesa tipo gelatina dos frutos maduros da palma os teores de flavonoides foram os mais elevados em ambos os produtos sendo levemente superior ao encontrado

nos frutos, isso pode ter ocorrido devido aos frutos escolhidos estarem em um período mais avançado de maturação, o que foi observado também por Fernandes *et al.* (2014) em seu estudo com romãs, que quanto mais avançado o estágio de maturação maior é o teor de flavonoides. Resultado semelhante encontrado para os teores de clorofilas, haja vista que estes apresentaram valores levemente superior ao encontrado nos frutos. A variação dos valores de clorofila pode ser decorrente de fatores ambientais como a luz e a temperatura (FARIAS, 2013).

Os teores de antocianinas e carotenoides das sobremesas quando comparado aos teores nos frutos foram levemente inferiores, indicando poucas perdas desses componentes nos produtos durante o processo de elaboração. Valores distintos de bioativos tendem a ser ocasionados por conta das diferenças no cultivo, influenciado, principalmente pelas condições de clima, solo e época do ano da colheita.

Conclusão

A utilização dos cladódios e dos frutos da palma na elaboração de gelatinas de ágar-ágar com açúcar e com adoçante permitiu a preservação da composição química e compostos bioativos, mesmo que em concentrações menores as das matérias-primas, principalmente neste último. Entretanto vale destacar o alto teor de flavonoides e clorofilas nas sobremesas com o fruto da palma. Os produtos elaborados possuem uma boa qualidade nutritiva e funcional, diferenciando-se, também, das gelatinas tradicionais pela isenção de aditivos químicos, sendo uma opção mais saudável para crianças e adultos além de agregar valor à palma e ao fruto.

Referências

- AGAR-AGAR poderoso espessante e gelificante natural. **Food Ingredients Brasil**. n. 14, p. 49-50, 2010.
- ASSUNÇÃO, D. Y. M. *et al.* Caracterização físico-química de cladódios de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* L. Miller) em diferentes estádios de desenvolvimento. In: DANTAS, C. O. *et al.* (Org.). Encontro Nacional da Agroindústria - **Desafios da Agroindústria no Brasil**. 2. 2016, Campina Grande: IBEA-Instituto BioEducação, p. 656-660, 2016.
- BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls A and B in plant extracts. **Photochemistry and Photobiology**, Great Britain, v. 2, p. 241-249, 1963.
- EL-MOSTAFA, K. *et al.* Nopal cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a source of bioactive compounds for nutrition, health and disease. **Molecules**, v. 19, n. 9, p. 14879–14901, 2014.
- FARIAS, V. F. S. **Avaliação do desenvolvimento, qualidade e capacidade antioxidante em brotos de palma (*Opuntia sp.*) para o consumo humano**. 2013. Dissertação (Mestrado em Sistemas

Agroindustriais). Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2013.

FERNANDES, L. *et al.* Caracterização físico-química e avaliação da atividade antioxidante de romãs da cultivar Mollar de Elche ao longo da maturação. In: ENCONTRO DE QUÍMICA DOS ALIMENTOS, 12. 2014. Lisboa. **Anais** [...]. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Química, p. 328-331, 2014.

FIDELIS, V. R. L. *et al.* Produção de sorvetes e iogurtes a partir dos frutos figo da índia e mandacaru. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, p. 17-21, 2015.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-509, 1957.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as Food Colors**. New York: Academic Press, p.181-207, 1982.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, p. 42-49, 1962.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020p.

MEDEIROS, A. R. H. *et al.* Obtenção e qualidade de geleia e doce em calda de facheiro (*Cereus squamosus*). **Agropecuária Técnica**, v. 37, p. 23-26, 2016.

Capítulo 37

Caracterização de pré-misturas para bolos elaborados com farinhas de arroz branco, negro e vermelho

Breno Soares da Silva^{*1}; Maria Luiza Duarte Fonseca¹; Ana Flávia Dias Costa¹; Ana Flavia Campos Santos¹; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira², Claudia Regina Vieira^{*3}

Resumo

Este trabalho teve como objetivo a elaboração de pré-misturas para bolos utilizando a farinhas de arroz branco (FAB), farinha de arroz negro (FAN) ou farinha de arroz vermelho (FAV) a fim de verificar a viabilidade do uso desses dois últimos tipos de farinhas para elaboração de produtos isentos de glúten. Fez-se a caracterização das amostras quanto a sua composição centesimal (umidade, lipídeos, proteínas, cinzas e carboidratos), calculando seu valor energético e determinação por colorimetria reportando valores de luminosidade (L*), Chroma e °Hue. Foram preparados bolos a partir das pré-misturas para avaliar a sua qualidade tecnológica (índice de volume, de contorno e simetria). Os resultados apontaram que somente o teor de proteínas são iguais para todas amostras. As variáveis de cor foram diferentes para todos os tipos de misturas, demonstrando a influência do tipo de arroz nesse parâmetro provocado pelo tipo de pigmento presente em cada um deles. O uso de FAN e FAV promoveram bolos mais volumosos e com melhor contorno. Esses resultados indicam potencial utilização das FAN e FAV que poderá proporcionar um enriquecimento calórico e nutricional ao consumidor, além de um produto de melhor qualidade tecnológica e com atrativo visual.

Palavras-chave: Avaliação tecnológica. Cor. Doença celíaca. *Oriza sativa*.

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma gramínea cultivada mundialmente sendo considerado o segundo alimento mais consumido e uma das principais fontes energéticas entre os cereais com 20%

¹ Acadêmicos de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Técnica Administrativo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Professora Adjunto IV do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

*Autor para correspondência: brenoboby064@gmail.com

da energia alimentar da população mundial, ultrapassando o trigo e também o milho que fornecem apenas 19% e 5% respectivamente (HEISLER *et al.*, 2008).

O consumo deste grão nos últimos anos devido a reeducação alimentar e o aumento de refeições consumidas fora de casa, tem sido relativamente baixo ficando em torno de 27 kg por habitante/ano. Durante o processamento deste grão (descascamento e polimento) cerca de 15% são quebrados, podendo-se utilizar apenas 10% no produto final, a matéria-prima restante é utilizada para outras finalidades como a fabricação de farinha de arroz (MASSARETO, 2013).

Mesmo com tipos diferentes de farinha de arroz devido à grande variedade de grãos, sua introdução e conhecimento no mercado é baixa, podendo-se considerar quase inexistente. Entretanto o consumo destes grãos integrais vem aumentando, sendo impulsionada pela divulgação de seus benefícios a saúde, associados a redução de riscos de doenças crônicas, são elas doenças cardíacas, diabetes e principalmente a doença celíaca (MASSARETO, 2013).

A doença celíaca é uma enteropatia autoimune ocasionada por uma sensibilidade permanente ao glúten, causando reações imunológicas tóxicas que lesionam a superfície mucosa do intestino delgado, dificultando a absorção de nutrientes. Indivíduos diagnosticados com esta doença devem-se afastar o glúten de sua dieta por toda a vida, excluído proteínas de reserva presentes no trigo, centeio, cevada, e híbridos destes cereais como triticale, caso contrário o uso persistente do glúten pelos portadores desta doença pode ocasionar linfomas e outros tipos de câncer (RAMOS; PIEMOLINI-BARRETO; SANDRI, 2012).

A indústria de alimentos tem um grande desafio na elaboração de produtos alternativos com isenção de glúten, mas que possuam características idênticas aos alimentos que contenham o mesmo. Devido ao seu baixo teor de fibra alimentar produtos isentos de glúten muitas das vezes são baseados em amidos puros, com características sensoriais de um paladar seco, e de qualidade alimentar pobre. A farinha de arroz é uma alternativa na elaboração destes alimentos, além de seu baixo custo, possui níveis baixos de sódio, além de não ser alergênica a pessoas portadoras da doença celíaca (NABESHIMA; ATIA EL-DASH, 2004).

Diante disso, o presente trabalho objetivou a elaboração de uma pré-mistura para bolo contendo em sua composição diferentes tipos de farinha de arroz a fim de avaliar a aplicabilidade de farinha de arroz negro e vermelho na elaboração de produtos de panificação, principalmente, para o consumo de pessoas intolerantes ao glúten.

Material e métodos

As farinhas de arroz branco (FAB), negro (FAN) e vermelho (FAV) foram doadas pela empresa Ruzene, situada na cidade de Pindamonhangaba (SP). Os demais ingredientes utilizados para elaboração dos bolos foram adquiridos no comércio local de Montes Claros (MG) e utilizadas na preparação de pré-misturas seguindo a seguinte formulação: 60 g de farinha de arroz (FAB ou FAN ou FAV), 20 g de fécula de batata, 68 g de açúcar refinado, 17 g de chocolate em pó, 5,0 g de gordura vegetal em pó, 3,0 g de fermento químico, 0,15 g de goma xantana e 0,5 g de sal.

Os ingredientes secos foram pesados separadamente, misturados em batedeira planetária por um minuto em velocidade baixa e acondicionados em potes de vidro hermeticamente fechados.

A composição centesimal das pré-misturas foi avaliada quanto ao teor de umidade, proteínas totais (fator de conversão de nitrogênio para as pré-misturas de 5,95) e cinzas, segundo metodologias descritas pela AOAC (2011). A determinação de lipídeos totais seguiu a metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959). Para o cálculo do teor de carboidratos totais subtraiu-se de 100, o total da soma dos teores de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos. O valor energético dos produtos foi calculado com base nos valores de lipídios, proteínas e carboidratos, que fornecem 9, 4 e 4 kcal/g, respectivamente (BRASIL, 2003).

A análise colorimétrica foi avaliada em colorímetro portátil de reflexão, marca Konica Minolta, modelo KM-CR-400 básico, sendo os resultados expressos pelos parâmetros L^* , a^* , b^* , onde os valores de luminosidade (L^*) variam entre zero (preto) e 100 (branco), os valores das coordenadas de cromaticidade a^* e b^* , variam de $-a^*$ (verde) até $+a^*$ (vermelho), e de $-b^*$ (azul) até $+b^*$ (amarelo). As leituras foram utilizadas para calcular o ângulo Hue, (ângulo da cor; 0° - vermelho; 90° amarelo; 180° verde; 270° azul e 360° negro) e o Chroma (Saturação ou intensidade da cor; 0 – cor insaturada/impura e 60 – cor saturada/pura), através das equações: $\text{Chroma} = \sqrt{(a^2 + b^2)}$ e $\text{Hue} = [\text{arco tangente}(b/a)]$.

Para a avaliação tecnológica, elaborou-se os bolos com duas repetições de processo para cada formulação. Em batedeira planetária, a clara de um ovo foi batida por 3 minutos na velocidade máxima até o ponto de neve, acrescentou-se a gema, 10 g de óleo de soja e bateu-se por mais 1 minuto na mesma velocidade. Foram, então, adicionados 70 mL de leite e em seguida a pré-mistura foi peneirada e posteriormente adicionada a batedeira, misturando todos os ingredientes na velocidade 1 da batedeira. As massas foram adicionadas em formas de alumínio redonda de aproximadamente 15 cm de diâmetro devidamente untadas e levadas para o assamento em forno industrial a temperatura de 170°C por 20 minutos.

Os índices de volume (IV), de contorno (IC) e de simetria (IS), foram baseados no método descrito para teste de qualidade de bolos na AACC (1995).

Todos os dados foram avaliados estatisticamente utilizando-se delineamento em blocos casualizados (DBC) utilizando-se Análise de Variância (ANOVA), sendo cada tratamento os bolos de cada tipo de farinha de arroz, em duplicata, e os blocos as respectivas repetições das análises que foram realizadas em triplicata. As diferenças foram consideradas significativas para $p < 0,05$, e avaliadas pelo método de Tukey com intervalo de confiança de 95%. O programa utilizado para as análises foi o software R.

Resultados e discussão

Os resultados da composição centesimal das pré-misturas para bolos estão apresentados na Tabela 1. Não houve diferença significativa entre os teores de umidade para as misturas FAB e FAN, entretanto, a mistura FAV apresentou valores superiores. Em relação ao teor de proteínas, as amostras foram iguais, enquanto que o teor de lipídeos e cinzas variaram de FAB e FAV.

Tabela 1 – Composição centesimal e valor energético das pré-misturas para bolos

	Pré-mistura de FAB ¹	Pré-mistura de FAN ²	Pré-mistura de FAV ³
Umidade (%)	5,20±0,10 ^b	5,26±0,16 ^b	6,17±0,30 ^a
Proteínas (%) ⁴	5,43±0,15 ^a	5,04±0,32 ^a	5,32±0,13 ^a
Lipídeos (%) ⁴	4,89±0,31 ^b	5,25±0,33 ^{ab}	5,52±0,12 ^a
Cinzas (%) ⁴	2,16±0,04 ^b	2,43±0,05 ^a	2,43±0,02 ^a
Carboidratos (%) ⁵	82,32	82,01	80,56
Valor energético (kcal/g) ⁶	395,01	395,45	393,20

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ FAB: farinha de arroz branco; ² FAN: farinha de arroz negro; ³ FAV: farinha de arroz vermelho; ⁴ Resultados em base úmida; ⁵ Calculados por diferença: 100 - % umidade - % proteínas - % lipídeos - % cinzas); ⁶ Valor energético = 9 x lipídeos (%) + 4 x proteínas (%) + 4 x carboidratos (%).

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Essas variações se devem ao tipo de farinha de arroz adicionada, pois os demais ingredientes foram os mesmos. Segundo Massareto (2013), o arroz preto e vermelho tem de 12,8% e 13,0 % de umidade, 7,7 % e 7,7 % de proteínas, 2,4 % e 2,3 % de lipídeos e 1,5 % e 1,3 % de cinzas,

respectivamente. Vieira *et al.* (2008) encontraram valores de 9,27 % de umidade, 6,61 % de proteínas, 0,82 % de lipídeos e 0,42 % de cinzas, o que justifica os resultados aqui encontrados.

Os valores calóricos apresentados foram superiores ao encontrado por Souza *et al.* (2013) que ao caracterizar bolos com diferentes percentuais de substituição de farinha de arroz por farinha de casca de mandioca, encontrou o valor de 281,7. Indicando que as formulações elaboradas possuem um maior valor nutricional.

Ao comparar a composição das pré-misturas para bolos elaboradas com farinha de arroz com uma pré-mistura elaborada com farinha de trigo, nota-se que a pré-mistura tradicional apresenta 7 % de proteínas e valor energético de 150 kcal/g (MEQUE *et al.*, 2018). Embora se apresente como uma fonte maior de proteínas, tem que se levar em consideração que a farinha de trigo tem glúten em sua composição e esses produtos não podem ser consumidos por pessoas celíacas, sendo uma vantagem elaborar bolos com farinha de arroz, ainda que ofereçam menor aporte proteico.

Os resultados da avaliação tecnológica das pré-misturas para bolos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise tecnológica das pré-misturas para bolos

	Pré-mistura de FAB ¹	Pré-mistura de FAN ²	Pré-mistura de FAV ³
IV ⁴	110,15±0,95 ^b	122,64±3,02 ^a	120,80±0,90 ^a
IS ⁵	0,18±0,05 ^a	0,29±0,07 ^a	0,33±0,07 ^a
IC ⁶	1,47±0,02 ^c	5,23±0,41 ^b	6,93±0,11 ^a
L* ⁷	63,34±0,50 ^a	58,50±0,37 ^c	59,53±0,40 ^b
° Hue ⁸	61,34±0,34 ^a	59,26±0,22 ^c	59,62±0,20 ^b
Chroma ⁹	12,51±0,12 ^c	12,81±0,13 ^b	13,47±0,15 ^a

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: ¹ FAB: farinha de arroz branco; ² FAN: farinha de arroz negro; ³ FAV: farinha de arroz vermelho; ⁴ Índice de volume (mm); ⁵ Índice de simetria (mm); ⁶ Índice de contorno (mm); ⁷ Luminosidade (brilho, claridade ou reflectância; 0: escuro/opaco e 100: branco); ⁸ ângulo da cor: 0° - vermelho; 90° amarelo; 180° verde; 270° azul e 360° negro; ⁹ Saturação ou intensidade da cor (0 – cor insaturada/impura e 60 – cor saturada/pura).

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Observou-se diferença significativa entre os bolos elaborados com FAN e FAV quanto ao volume do produto pronto em comparação ao bolo com a pré-mistura de FAB. Indicando influência da FAB na formação e expansão proteica na massa. Segundo Borges *et al.* (2013) a clara possui a propriedade de formar espumas e incorporar ar as formulações em que é empregada, contudo a utilização de farinhas com teores de fibras mais elevados, interferem na formação da estrutura

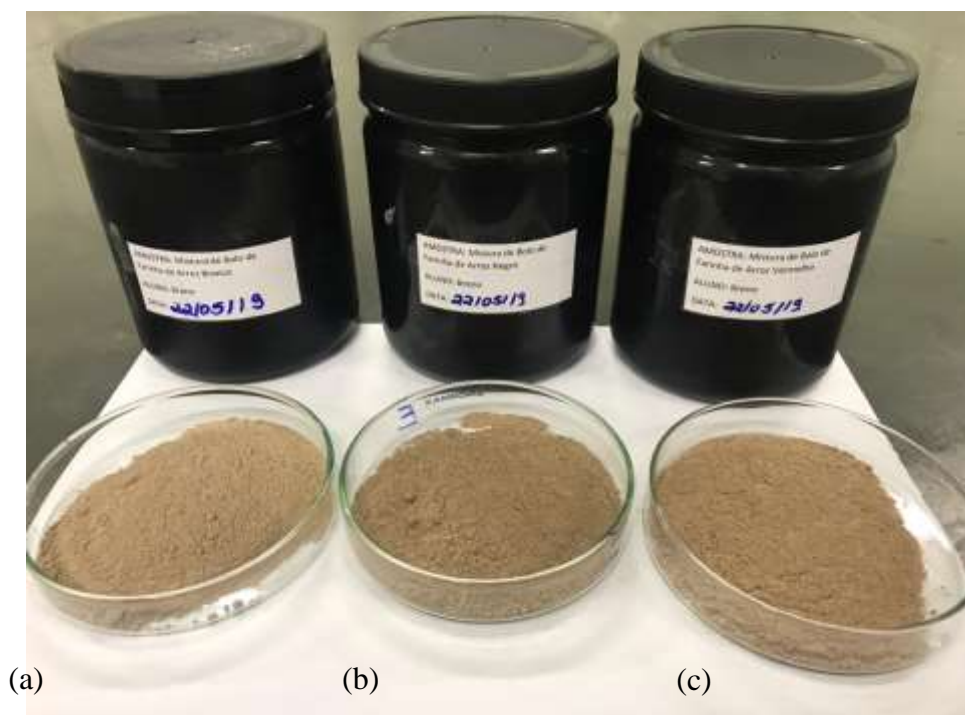
proteica ao redor das bolhas de ar na massa, colaborando na redução do volume final do produto. Os índices de volume foram inferiores ao relatado por Borges *et al.* (2006), que encontraram em média 123,77 mm em bolos com adição de 15 a 45 % de farinha de aveia.

Em relação a simetria, os bolos elaborados com as pré-misturas apresentaram resultados estatisticamente iguais entre si, mas valores distintos para os índices de contorno. Segundo Borges *et al.* (2006), durante o processamento e forneamento de produtos de panificação a simetria e o contorno de massa são aspectos importantes. No que se refere a bolos, a simetria ideal deve assumir valor zero e o índice de contorno deve ser positivo, sugerindo que a massa cresceu uniformemente e que houve a manutenção estrutural durante a cocção. Analisa-se, que embora a simetria não esteja dentro do ideal, a utilização de qualquer farinha de arroz não interfere nesse parâmetro de qualidade, indicando um aspecto positivo do ponto de vista tecnológico. Essa reação foi idêntica a relatado por Borges *et al.* (2006), no entanto, os índices de contorno (valor médio de 19,23 mm) apresentados por esses autores foram superiores aos do presente estudo.

Analisa-se ainda na Tabela 2, que a luminosidade (L^*) entre as pré-misturas foram diferentes e que a dição de cacau nas formulações provocou redução nas luminosidades, uma vez que a farinha de arroz branco apresenta um valor de L^* igual a 79,3 (SOUZA *et al.*, 2013). Ressalta-se que as pré-misturas elaboradas com FAN e FAV tiveram uma redução de sua luminosidade quando comparadas a FAB. Esse resultado era esperado, pois estes tipos de farinhas de arroz possuem pigmentos característicos dessas variedades que podem ter reduzido a intensidade de L^* . A elaboração de bolos utilizando essas pré-misturas com FAV e FAN, pode ser um atrativo sensorial em relação a pré-mistura com FAB, por intensificar mais a coloração escura característica desse tipo de bolos utilizando cacau.

Em relação a variável Chroma, a FAV apresentou valores distantes do centro evidenciando uma coloração mais saturada que as demais. Para o ângulo Hue (h), observa-se que as misturas tiveram valores intermediários entre vermelho e amarelo, mais intensificando na direção deste último. Essas variações podem ser observadas visualmente na Figura 1.

Figura 1 – Ilustração das misturas de farinha de arroz branco, negro e vermelho



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: (a) Mistura de farinha de arroz branco; (b) Mistura de farinha de arroz negro; (c) Mistura de farinha de arroz vermelho.

Conclusão

Os dados encontrados nas análises indicam que a elaboração de produtos com isenção de glúten a partir da farinha de arroz é uma alternativa viável para a comercialização. A composição centesimal e valores energéticos das pré-misturas foram semelhantes entre as farinhas, indicando que a utilização de qualquer farinha de arroz estudada oferecerá um enriquecimento calórico e nutricional ao consumidor. Ademais, indicaram um potencial na utilização das FAN e FAV que poderá proporcionar um enriquecimento calórico e nutricional ao consumidor, além de um produto de melhor qualidade tecnológica e com atrativo visual.

Agradecimentos

Os autores agradecem a empresa Ruzene pela doação das farinhas de arroz e a Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG pelo apoio para a execução desse trabalho.

Referências

- AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of American Association of Cereal Chemists**, 9. ed., v. 1 e 2 St. Paul: Approved Methods Committee, 1995.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed. 4 rev. Gaithersburg: AOAC, 2011. 1505p.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911 – 917, 1959.
- BORGES, J. T. S. *et al.* Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Boletim CEPPA**, v. 24, n. 1, p. 145 – 162, 2006.
- BRASIL. RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 dez. 2003. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0360_23_12_2003.html. Acesso em: 08 mar. 2019.
- HEISLER, G. E. R. *et al.* Viabilidade da substituição da farinha de trigo pela farinha de arroz na merenda escolar. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 299–306, 2008.
- MASSARETO, I. L. **Características químicas e nutricionais de arroz-preto, vermelho e selvagem e comparação por análise estatística multivariada**. 2013. 153f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos – Área de Bromatologia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- MEQUE, I. S. *et al.* Mistura para bolo em pó sabor canela. **Revista Científica UNILAGO**, v. 1, n. 1, p. 1 – 14, 2018.
- NABESHIMA, E. H.; ATIA EL-DASH, A. Modificação química da farinha de arroz como alternativa para o aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do arroz. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 107–120, 2004.
- RAMOS, N.; PIEMOLINI-BARRETO, L.; SANDRI, I. Elaboração de pré-mistura para bolo sem glúten. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 1, p. 33–38, 2012.
- SOUZA, T. A. C. *et al.* Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 717-728, 2013.
- VIEIRA, C. R. *et al.* Extração enzimática das proteínas da farinha de arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 599-606, 2008

Capítulo 38

Coprodutos da produção de cerveja artesanal aplicados em pães de forma integrais

Mariana Pereira Santos¹; Mateus Brant da Silva¹; Karine Guimarães Moreira²;
Mariana Pereira Silveira³; João Vinícios Wirbitzki da Silveira⁴, Marcio Schmiele*⁴

Resumo

No processo de elaboração de cerveja os processos de mosturação e fermentação dão origem aos resíduos chamados bagaço do malte e biomassa da fermentação. Estes resíduos são atualmente utilizados para a geração de energia e produção de ração animal. Contudo, estudos propõem a utilização destes materiais para outros fins, como a utilização em produtos de panificação. Neste trabalho foi avaliada a utilização do bagaço de malte e da biomassa de fermentação como substituto parcial da farinha de trigo em pães de forma integrais através de um Delineamento Composto Central Rotacional. As variáveis dependentes analisadas foram a umidade, a textura e a cor instrumental (L^* , a^* , b^* , Delta E). O modelo matemático foi obtido para cada variável dependente assim como o p-valor e o R^2 . De acordo com os resultados obtidos, a substituição da farinha de trigo por 10,49% de resíduo de mosturação e sem uso de resíduo de fermentação, resultando em pão de forma integral com desejabilidade de 0,68.

Palavras-chave: Panificação. Resíduos agroindustriais. Fibras alimentares.

Introdução

A produção de cerveja apresenta ampla expansão no setor de bebidas, sendo esta a bebida alcóolica de maior consumo mundial (Beer Statistics, 2016). O processo de elaboração da cerveja compreende principalmente as etapas de malteação, mosturação e fermentação, onde são obtidos resíduos da mostura e do processo fermentativo (Mielcarek *et al.*, 2013). Por serem ricos em

¹ Engenheiro(a) de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

² Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

³ Pós-Graduanda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

⁴ Professor, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; *marcio.sc@ict.ufvjm.edu.br

compostos orgânicos e com alto potencial nutricional, devem ser tratados de forma adequada antes de serem descartados na natureza ou aplicados em produtos alimentícios (Kubaski; Ito; 2017).

O bagaço do malte, resíduo sólido da mosturação, é composto majoritariamente por fibras, proteínas, aminoácidos livres, vitaminas, minerais e compostos fenólicos (Mathias *et al.*, 2015). Já a biomassa, que é resíduo do processo fermentativo compõem-se basicamente por proteínas, aminoácidos livres, carboidratos, vitaminas e ácidos graxos. Ambos os resíduos são destinados à ração animal ou à queima para a geração de energia.

Uma alternativa viável está na reutilização dos resíduos industriais como parte da formulação de novos produtos. Zapparoli (2013) avaliou o uso do bagaço de malte seco como ingrediente em formulações de bolos de chocolate. Ferreira (2017) estudou a elaboração de biscoito integral a partir do resíduo da fermentação. Diante do exposto, este trabalho objetivou avaliar a aplicação do bagaço de malte desidratado e do resíduo de fermentação sobre as características tecnológicas de pães de forma.

Material e métodos

Os resíduos do processo de elaboração de cerveja foram fornecidos por uma cervejaria artesanal da cidade de Diamantina-MG. O processo de secagem do resíduo de mosturação foi definido em 80 °C, de acordo com estudo de Santos *et al.* (2017). A secagem foi realizada em estufa com circulação e renovação de ar até umidade final inferior a 12 %. A umidade final do resíduo de mosturação foi determinado pelo método 44-15.02 da AACCI (2010).

Os pães de forma foram elaborados pelo método massa direta modificado com a formulação padrão segundo Schmiele *et al.* (2012) sendo: farinha de trigo (100%), sacarose (4%), leite em pó integral (4%), gordura vegetal hidrogenada (4%), cloreto de sódio (2%) e fermento biológico instantâneo (2%), em base farinha. A quantidade de água foi adicionada de acordo com a necessidade adequada para a hidratação da massa e desenvolvimento da rede de glúten. A farinha de trigo foi parcialmente substituída pelo coproduto da mosturação e pela biomassa de fermentação através de Metodologia de Superfície de Resposta, utilizando-se um Delineamento Composto Central Rotacional.

As variáveis independentes foram definidas em: x_1 – Resíduo de mosturação; x_2 – Resíduo de fermentação; onde ambos apresentaram limites inferiores (-1,41) de 0% e limites superiores (+1,41) de 25 % para o resíduo da mosturação e 5 % para o resíduo de fermentação. O delineamento foi composto por 4 ensaios fatoriais, 4 ensaios axiais e 3 ensaios no ponto central. A quantidade de

farinha de trigo para cada ensaio foi adicionada de modo que a composição entre a farinha e os resíduos totalizassem 100 %. Uma amostra controle foi elaborada para fins de avaliação dos efeitos do uso dos resíduos.

Os pães foram avaliados em relação ao volume específico (método 10-05.01), textura instrumental avaliando-se o parâmetro firmeza (do método 74-09.01) e teor de umidade (método 44-15.02) da *American Association of Cereal Chemists International* - AACCI (2010). O teste de firmeza foi realizado em Texturômetro TAX.XT PLUS, utilizando-se probe cilíndrica P36 e duas fatias de pão de 12 mm de espessura cada. As velocidades de pré-teste, teste e pós-teste foram de 1 mm/s, 1 mm/s e 10,0 mm/s, respectivamente, com limiar de detecção de 0,049N e distância de compressão de 40%. A cor instrumental foi determinada conforme proposto por Ortolan *et al.* (2015).

Os dados obtidos no delineamento experimental foram avaliados pela Metodologia de Superfície de Resposta para cálculo dos coeficientes de regressão e análise da variância (ANOVA) com nível de significância de 10 %. O coeficiente de regressão mínimo (R^2) adotado para a ANOVA foi de 0,90. O ponto otimizado foi determinado através da metodologia proposta por Derringer e Suich (1980).

Resultados e discussão

Os resultados das análises para avaliação das variáveis independentes sobre as respostas em estudo estão apresentados na Tabela 1. Os modelos matemáticos das variáveis dependentes estatisticamente significativas, os valores de R^2 e p-valor são apresentados na Tabela 2. As curvas de contorno das variáveis dependentes estão apresentadas na Figura 1 e permitem a compreensão dos efeitos das variáveis independentes do presente estudo. Na Tabela 2 também está apresentada a solução definida como a otimizada para uso dos resíduos de mosturação e fermentação, afim de se obter a melhor característica do pão de forma integral.

Tabela 1- Resultados das análises de volume específico, firmeza, umidade e cor instrumental (L^* , a^* , b^* e Delta E) dos ensaios realizados

Ensaio	Volume específico (mL/g)	Firmeza (N)	Umidade (%)	Cor instrumental			
				L^*	a^*	b^*	Delta E
1	4,10±0,35	38,12±3,79	33,61±0,04	74,65±0,82	2,08±0,11	19,49±0,15	4,94±0,83
2	2,72±0,21	92,49±14,27	35,86±0,29	58,54±1,58	4,78±0,17	18,35±0,50	21,31±1,59
3	3,96±0,40	39,28±3,90	35,19±0,96	71,73±0,77	2,72±0,17	19,97±0,48	7,93±0,79
4	2,84±0,31	111,80±15,27	35,30±0,07	58,49±0,18	4,71±0,12	17,87±0,40	21,39±0,20
5	4,46±0,20	44,19±2,33	31,91±0,34	78,48±0,69	1,92±0,14	20,35±0,35	1,68±0,16
6	2,69±0,15	182,77±9,79	35,49±0,41	56,97±0,23	5,21±0,20	17,65±0,21	22,98±0,23
7	3,42±0,19	66,80±8,10	34,97±0,01	66,21±0,30	3,83±0,03	18,07±0,11	13,65±0,29
8	3,31±0,25	71,89±8,98	35,92±0,41	63,52±0,35	4,16±0,12	18,16±0,35	16,33±0,34
9	3,24±0,21	75,08±4,84	33,79±0,14	63,66±0,54	4,07±0,08	18,23±0,17	16,17±0,54
10	3,21±0,36	74,00±11,48	32,62±0,32	65,61±1,02	3,78±0,16	18,17±0,19	14,22±1,04
11	3,38±0,39	78,13±9,39	32,11±0,12	64,57±0,44	4,00±0,06	17,84±0,24	15,31±0,47
Padrão	4,38±0,45	31,18±1,92	34,68±0,94	79,54±1,24	1,40±0,14	19,72±0,54	-

Fonte: Dos Autores, 2019.

Tabela 2 - Modelos matemáticos das variáveis dependentes e restrições para definição do ponto ótimo

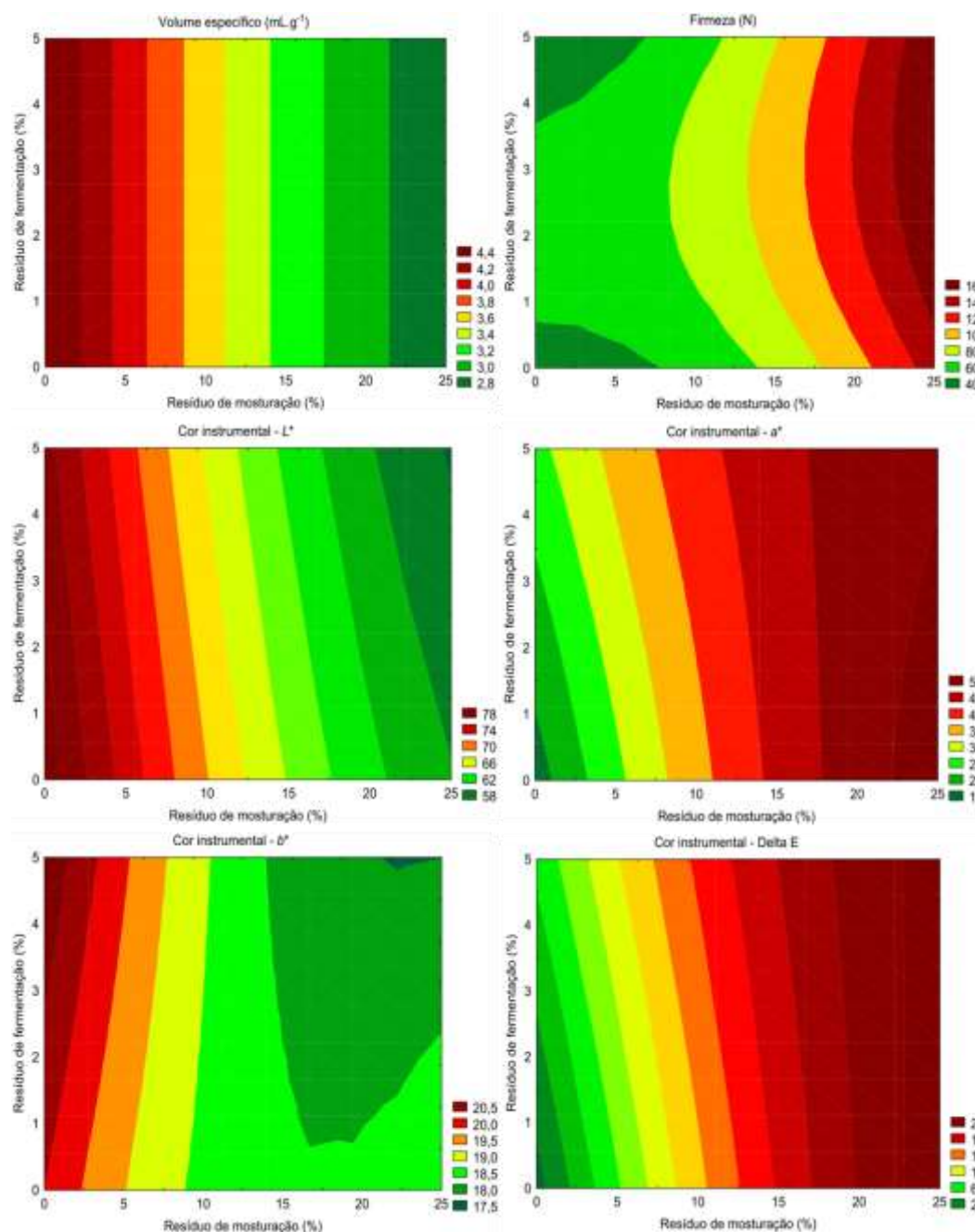
Variável dependente	Modelo matemático	R ²	p-valor	F _{calc} /F _{tab}
Volume específico (mL/g)	$3,30 - 0,63x_1 + 0,12x_1^2$	0,9839	<0,001	78,71
Firmeza (N)	$75,81 + 40,41x_1 + 3,46x_2 + 13,64x_1^2 - 8,56x_2^2 + 4,54x_1x_2$	0,9091	0,012	2,90
L*	$64,62 - 7,48x_1 - 0,85x_2 + 1,45x_1^2$	0,9901	<0,001	86,09
a*	$3,92 + 1,17x_1 + 0,13x_2 - 0,24x_1^2 - 0,18x_1x_2$	0,9882	<0,001	39,49
b*	$18,18 - 0,88x_1 + 0,52x_1^2 - 0,24x_1x_2$	0,9458	<0,001	14,92
Delta E	$15,17 + 7,50x_1 + 8,86x_2 - 1,38x_1^2 - 0,73x_1x_2$	0,9955	<0,001	103,98

Variável dependente	Objetivo	Importância	Solução	Valor experimental	Desvio relativo (%)
Resíduo de mosturação	Maximizar	5	-0,227	-	-
Resíduo da fermentação	Minimizar	5	-1,41	-	-
Volume específico (mL/g)	Maximizar	5	3,10	3,31±0,25	3,34
Firmeza (N)	Minimizar	5	46,50	44,50±2,54	-4,49
L*	Na faixa	3	67,20	67,60±0,68	0,59
a*	Na faixa	3	2,82	2,97±0,12	5,05
b*	Na faixa	3	18,10	17,24±1,25	-4,99
Delta E	Na faixa	3	11,50	12,53±0,89	8,22

Fonte: Dos Autores, 2019.

O volume específico dos ensaios variou de 2,69 a 4,45 mL/g. Conforme observado na Figura 1, o resíduo da fermentação não interferiu no volume específico dos pães de forma integrais, ao passo que quanto maiores os teores de resíduo da mosturação, menor o volume específico. O volume de um pão está fortemente relacionado à qualidade da rede de glúten desenvolvida, de modo que a adição exagerada de resíduo da mosturação influencia negativamente sobre o volume específico pois pode enfraquecer ou romper a rede de glúten, principal mecanismo de retenção de CO₂.

Figura 1- Superfícies de resposta para volume específico, firmeza, umidade e cor instrumental.



Fonte: Dos Autores, 2019.

O volume específico da amostra padrão foi de 4,38 mL/g. Comparando os resultados dos ensaios com a amostra padrão, percebe-se que o uso de até 5% de resíduo de mosturação em substituição à farinha de trigo não compromete a qualidade do produto. Vale ressaltar que a amostra padrão não possui adição de fibras, o que permite uma melhor qualidade panificável.

Em geral, ao incorporar fibras em uma formulação de pão, as indústrias utilizam de ingredientes, aditivos e coadjuvantes para mascarar o efeito deletério deste tipo de carboidrato não digerível, como por exemplo o uso de enzimas, ácido ascórbico, azodicarbonamida, emulsificantes e glúten vital. Pães de forma com volume específico adequado devem apresentar valores entre 4 e 5 mL/g.

Os valores para firmeza variaram de 38,12 a 182,77 N. A firmeza em pães está relacionada com a força aplicada para ocasionar deformação ou rompimento da amostra, que pode ser correlacionada com a mastigação humana nos alimentos. Conforme observado na Figura 1, valores extremos para o resíduo de fermentação e valores mínimos para o resíduo de mosturação conferem aos pães característica desejável de possuir menor firmeza.

A firmeza é um parâmetro indiretamente correlacionado com o volume específico, e ambos são as principais características de qualidades desejadas pelos consumidores, sendo alvo um pão com alto volume específico e baixa firmeza, ou seja, um miolo que se apresente com textura macia.

Verificou-se neste estudo que todos os ensaios do delineamento apresentaram valores de firmeza acima da amostra padrão. No entanto, é importante salientar que a não aditivação e a ausência de glúten vital resultam em pães mais firmes, o que é característico de pães integrais sem uso adequado dos recursos tecnológicos de processamento.

Os valores de umidade variaram de 31,91 a 35,92 % e estão de acordo com a literatura onde são encontrados valores para umidade de pães integrais variando de 32 a 38%. O teor elevado de umidade em pães aumenta a atividade microbiana, altera a textura, deixando-o borrachudo, de forma que, a umidade excessiva se torna um fator prejudicial a qualidade final dos pães.

A cor instrumental ($L^* = 56,97$ a $78,48$, $a^* = 1,92$ a $5,21$, $b^* = 17,65$ a $20,35$ e $\Delta E = 1,68$ a $22,98$) foi estatisticamente afetada pelas variáveis independentes. O parâmetro de luminosidade dos pães foi influenciado apenas pelo resíduo da mosturação, sendo que quanto maior a adição deste resíduo, menores os valores de L^* . O parâmetro de cromaticidade a^* , que compreende a variação das cores verde (-60) a vermelho (+60), mostraram uma tendência oposta ao comportamento da luminosidade, ou seja, à medida que aumentou-se a proporção de resíduo de mosturação, os valores de a^* também aumentaram. Os valores de a^* para o ensaio padrão estão abaixo dos demais ensaios, indicando assim que a adição dos resíduos contribui para valores mais positivos de a^* .

Os resultados do parâmetro de cromaticidade b^* , que compreende a variação das cores azul (-60) a amarelo (+60), apresentaram uma tendência de valores mais positivos com o aumento do resíduo de fermentação e diminuição do resíduo de mosturação e valores menos positivos com o aumento dos dois parâmetros. Os valores de b^* estão de acordo com a literatura e, neste caso, não apresentou tanta diferença do valor para o ensaio padrão (19,72).

A variação total de cor (Delta E) apresentou valores entre (1,68 e 22,98), demonstrando maior tendência de aumento com o incremento do resíduo de mosturação. Em termos práticos, a adição dos resíduos alterou a cor instrumental dos pães, mas não o suficiente para descaracterizá-los, os valores obtidos se assemelham aos valores encontrados na literatura.

Com as restrições utilizadas para definição do ponto otimizado (Tabela 2) obteve-se uma solução onde a substituição da farinha de trigo por 10,49% (-0,227 em nível codificado) de resíduo de mosturação e sem uso do resíduo de fermentação (-1,41 em nível codificado), resultando em pães com desejabilidade de 0,68. Com os valores otimizados foi realizada, em triplicata verdadeira, a validação dos modelos matemáticos. Os valores experimentais para os parâmetros foram: 3,31 mL.g⁻¹ para volume específico, 44,50 N para firmeza, 67,60 para L^* , 2,97 para a^* , 17,24 para b^* e 12,26 para a variação de cor instrumental (ΔE). Os valores reais condizem com todos os valores citados acima apresentando desvio padrão adequado (<10%).

Conclusão

Os resultados do estudo são interessantes por demonstrarem que a substituição da farinha de trigo pelo resíduo da mosturação do processo cervejeiro é positivo até valores de 10 %, resultando em produtos com características aceitáveis de volume específico, textura instrumental, umidade e cor instrumental. Esta técnica pode agregar valor aos resíduos, e constituírem uma nova classe de produtos de panificação.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto de Ciência e Tecnologia e à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pelo suporte institucional. Agradecemos ainda à Capes, ao CNPq e à FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudos e suporte financeiro – código de financiamento 001 e projeto Universal, protocolo 424938/2016-2.

Referências

- AACCI. (2010). **American Association of Cereal Chemists International. Approved methods**, 11th ed., St. Paul, USA.
- BEER STATISTICS 2016 Edition. **The Brewers of Europe**. Disponível em: http://www.brewersofeurope.org/uploads/mycms-files/documents/publications/2016/stats_2016_web.pdf. Acesso em: 07 de junho de 2019.
- DERRINGER, G.C.; SUICH, R. (1980). Simultaneous optimization of several response variables. **Journal of Quality Technology**, 12(4), 214-219.
- FERREIRA, M. S. B. **Elaboração de biscoito integral empregando resíduo da indústria cervejeira na formulação**. 2017. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- KUBASKI, L. A.; ITO, P. B. **Desenvolvimento de embalagem biodegradável a partir de resíduos da indústria de batata e cerveja**. 2017. 44p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.
- MATHIAS, T.R.S.; ALEXANDRE, V.M.F.; CAMAROTTA, M.C.; MELLO, P.P.M; & SÉRVULO, E.F.C. (2015). Characterization and determination of brewer's solid wastes composition. **Journal of the Institute of Brewing**, 121(3), 400-404.
- MIELCAREK, A.; JANCZUKOWICZ, W.; OSTROWSKA, K.; JÓZWIAK, T.; KLODOWSKA, I.; RODZIEWICZ, J.; & ZIELÍNSKI, M. (2013). Biodegradability evaluation of wastewaters from malt and beer production. **Journal of the Institute of Brewing**, 119(4), 242-250.
- ORTOLAN, F.; BRITES, L.T.G.; MONTENEGRO, F.M.; SCHMIELE, M.; STEEL, C.J.; CLERICI, M.T.P.S.; ALMEIDA, E.L.; & CHANG, Y.K. (2015). Effect of extruded wheat flour and pré gelatinized cassava starch on process and quality parameters of French-type bread elaborated from frozen dough. **Food Research International**, 76(3), 402-409.
- SANTOS, M. P. *et al.* Drying kinetics of brewery brassage pomace. *In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS*, 12., 2017, Campinas. **Anais [...]**, Campinas: Unicamp, 2017. Disponível em: <https://callforpapers.galoa.com.br/br/realm/slaca-2017/author/submissions/71772/revision/579975>. Acesso em: 11 jun. 2019.
- SCHMIELE, M.; JAEKEL, L.Z.; PATRICIO, S.M.C.; STEEL, C.J.; & CHANG, Y.K. (2012). Rheological properties of wheat flour and quality characteristics of pan bread as modified by partial additions of wheat bran or whole grain wheat flour. **International Journal of Food Science and Technology**, 47(10), 2141–2150.
- SILVEIRA, M. P. *et al.* Estimativa de um padrão de identidade e qualidade de pães de forma comerciais. *In: JORNADA REGIONAL SUDESTE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS*, IV., 2019, Diamantina. **Anais [...]**, Diamantina: UFVJM, 2019. Disponível em: www.even3.com.br/Anais/IVJEA/145299-ESTIMATIVA-DE-UM-PADRAO-DE-IDENTIDADE-E-QUALIDADE-DE-PAES-DE-FORMA-COMERCIAIS. Acesso em: 15 jun. 2019.
- ZAPAROLI, J. C. **Avaliação da incorporação de resíduo seco do processo de malteação em bolo de chocolate**. 2013. 80 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

Capítulo 39

Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de doce em massa de fisális (*Physalis peruviana* L.)

Hugo José Martins Carvalho*¹; Thaís Inês Marques Silva²; Tatiana Nunes Amaral³.

Resumo

As frutas são comumente consumidas *in natura*, mas por serem extremamente perecíveis, podem ser processadas e utilizadas na elaboração de diversos produtos. Além de reduzir as perdas pós-colheita também possibilita a agregação de valor ao produto. Desta forma, o presente trabalho propõe a elaboração de doce em massa de *P. peruviana* L. e a sua avaliação físico-química. O processamento consistiu na elaboração de três formulações com diferentes concentrações de pectina e xarope de glucose. O produto final obtido foi submetido a análises físico-químicas com intuito de quantificar as características deste doce em massa. As amostras se mostraram estatisticamente iguais entre elas. A atividade de água apresentou média geral de $0,63 \pm 0,008$, apresentando uma potencial inibição do crescimento de grande parte de microrganismos. O pH uma média geral de $3,81 \pm 0,06$, classificando o doce em um alimento de alta acidez. O índice de sólidos solúveis exibiu uma média geral $77,78 \pm 0,94$ °Brix, valor dentro dos dados estipulados pela legislação vigente. Assim pode-se inferir que não houve interferência das formulações nos dados obtidos e que esta é uma alternativa tecnológica promissora e um método efetivo para minimizar as perdas pós-colheita e possibilitar o consumo no período entressafra.

Palavras-chave: Alimentos processados, doces, fruticultura, novos produtos.

Introdução

O fisális pertence ao gênero *Physalis* pertencente à família Solanaceae que inclui aproximadamente 100 espécies, sendo algumas de caráter tóxico (LIMA, 2010). Em sua maioria apresenta difusão mundial em regiões tropicais e subtropicais, além de regiões temperadas (DAMU *et al.*, 2007; MAGALHÃES, 2005). As espécies do gênero são de fácil identificação devido à

¹Discente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

²Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

³Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

morfologia peculiar, principalmente na frutificação, as quais são caracterizadas pela presença de um cálice que cobre o fruto por completo durante sua frutificação (SOARES *et al.*, 2007).

A *P. peruviana* L. popularmente conhecida como fisális é a espécie mais conhecida, e caracteriza-se por apresentar cultivo bastante simples. O seu centro de origem é controverso, mais estudos indicam origem na América do Sul, especificamente na cordilheira dos Andes. A fruta constitui-se em uma baga carnosa, com peso entre 4 e 10 g, sendo protegida por cinco pétalas no formato de um cálice que age como barreira contra os insetos, pássaros e condições climáticas severas, além de ser considerado um indicador na determinação do ponto de colheita (CORPOICA b; AVILA *et al.*, 2006). No Brasil este fruto é consumido como fruta não convencional, mas graças a seu alto valor agregado o consumo e a comercialização ainda são restritos, causado pela baixa produção e aos fatores agregados a espécie, como a exigência de mão de obra e os cuidados de transporte e armazenagem (RODRIGUES *et al.*, 2013).

A diversidade de sabor, doçura e qualidade nutricional dos frutos são importantes atributos para o seu sucesso comercial (MARES *et al.*, 2016, NETO, 2017). Sendo muito utilizado na confecção de geleias, sorvetes e licores (RUFATO, 2010) além de iguaria em restaurantes finos e muito utilizada como decoração na confeitaria (LOCATELLI *et al.*, 2014).

As perdas pós-colheita de frutas estão entre os principais fatores que limitam a produção destes alimentos. As pequenas frutas, como o fisális, possuem elevadas taxas respiratórias, alta suscetibilidade ao ataque de microrganismos e a injúrias mecânicas (batidas, quedas, cortes, esmagamentos, abrasões e rachaduras) (CHITARRA & CHITARRA, 1990), o que as tornam frágeis e muito perecíveis. Associado a um manejo inadequado na colheita e pós-colheita, temos a aceleração do processo de senescência do fruto, diminuindo sua qualidade e limitando ainda mais o período de comercialização (MANICA *et al.*, 2000).

Tendo em vista o potencial socioeconômico e mercadológico do fisális (EMBRAPA, 2015), busca-se o processamento desta fruta a fim de evitar as perdas pós-colheita. O uso da tecnologia de alimentos na fabricação de novos produtos, como geleia, compota, doce em massa, dentre outros, pode ser uma alternativa viável tanto para o aproveitamento como também para processamento e consumo de frutos, além de apresentar enorme relevância para indústria e sociedade em geral, tornando-se uma escolha viável para resolver o problema do descarte dos frutos e agregar valor comercial (EMBRAPA, 2015).

O doce em massa pode ser compreendido como o produto resultante do cozimento da fruta com açúcares, com ou sem adição de água, além de outros ingredientes permitidos pela legislação de

alimentos pertinente ao produto em questão, até a obtenção da consistência apropriada (EMPRAPA, 2015).

Sendo assim o presente trabalho tem por objetivo desenvolver diferentes formulações de doce em massa de fisális (*P. peruviana* L.), variando a concentração de pectina e xarope de glucose, e avaliar os parâmetros físico-químicos para sua caracterização.

Material e métodos

Na etapa de seleção foram removidos os cálices do fisális além das frutas excessivamente verdes, estragadas, podres ou atacadas por insetos e larvas ou com materiais estranhos como folhas, caules, pedras, etc. O fisális foi previamente lavado em água corrente para remoção de sujidades físicas e higienizado com solução clorada de 200 ppm através da imersão por 15 minutos seguido da lavagem em água corrente potável (BRASIL, 1999).

Depois de realizada a lavagem e higienização correta do fruto, foi realizado o despulpamento com o auxílio de uma despulpadeira de frutas Braesi DES-60 com capacidade para 10 litros.

Posteriormente realizou-se a pesagem das formulações (Tabela 1) para dar continuidade a produção.

Tabela 1 - Formulações dos doces em massa de fisális.

Formulações	Ingredientes (%)			
	Polpa	Pectina	Xarope de glucose	Açúcar (comercial)
A	50	1,0	15	34,0
B	50	1,5	15	33,5
C	50	1,0	20	29,0

Fonte: Próprio autor, 2019.

Por fim, fez-se a homogeneização do açúcar e a polpa, deixando 25% da quantidade de açúcar para ser adicionada juntamente com a pectina após o aquecimento afim de facilitar a dissolução da mesma e evitar formação de grumos. A mistura foi aquecida em um recipiente de aço inox em um fogão industrial (VENAX, FFI 440). Após o aquecimento da polpa com açúcar foi acrescentada a glucose a mistura e realizou a homogeneização até a sua completa dissolução, em seguida foi

adicionada a pectina e concentrado até a obtenção da consistência desejada, sendo o fim da concentração determinado pelo teste da colher.

Figura 1 - Fluxograma do processo de fabricação do Doce em Massa



Fonte: Adaptado de Brasil, 2010.

A determinação do ponto final do doce pode ser realizada por meio do teste da colher, um método empírico que consiste em pegar uma porção do doce com o auxílio de uma colher e deixar pingar em um copo com água fria. Se esta gota dividir-se em pequenas gotas ou dissolver-se na água, demonstra que o doce ainda não está no ponto, e caso a gota chegue inteira ao fundo do copo, já está no ponto desejado (EMBRAPA, 2005).

O doce em massa então foi acondicionado em bandejas de plástico composto por polipropileno de alta densidade para acomodar o doce para resfriamento, sendo este armazenamento realizado sob temperatura ambiente em local próprio e devidamente ventilado e protegido de fatores externos. Os doces obtidos foram avaliados quanto ao pH, sólidos solúveis e teor de atividade de água.

A determinação de pH foi realizada com o auxílio de pHmetro e os sólidos solúveis mensurados por refratometria sendo expresso em °Brix, ambos foram de acordo com a metodologia

descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2005). Já a determinação da atividade de água foi realizada em um Decagon Aqualab, modelo CX2, conforme recomendações da AOAC (2002).

Os resultados foram avaliados através da análise de variância ANOVA e pelo Teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de significância, utilizando-se o Programa Sisvar Delphi 7.0 (FERREIRA, 2011; FERREIRA 2014; FERREIRA, 2000).

Resultados e discussão

Não houve diferença significativa a 5% de significância entre as formulações para nenhum dos parâmetros avaliados. O pH das amostras analisadas apresentou uma média geral de $3,81 \pm 0,06$, classificando o doce em um alimento de alta acidez. Este comportamento possibilita uma menor atividade de microrganismos no mesmo, uma vez que essa alta acidez dificulta o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes.

Apesar de não haver diferenças significativas entre as amostras, Thakur (1994) relata que a presença de aditivos como a pectina e glucose de milho podem contribuir para uma variação de pH nos produtos, já que alguns podem sofrer efeito catalítico exercido pelo pH do produto final.

A quantidade de sólidos solúveis presentes nas formulações de doce em massa apresentou média geral $77,78 \pm 0,94^\circ\text{Brix}$. Os dados obtidos estão dentro dos estipulados por Brasil (1978) na elaboração de doce em massa ao qual estipula faixa acima 65°Brix e de acordo com a Brasil (2015) que determina uma faixa variando entre 65°Brix e 80°Brix , sendo esta última a faixa indicada pela legislação vigente. Este resultado foi semelhante ao obtido por Martins *et al.* (2007) para doce em massa de umbu. Com estes resultados pode-se inferir que as três formulações foram produzidas estão dentro da faixa estipulada pela legislação, enquadrando-os como doce em massa.

Quanto ao teor de atividade de água (A_w) o doce de fisális apresentou uma média geral de $0,63 \pm 0,008$. Nesta faixa de atividade de água ocorre uma inibição do crescimento de microrganismos, principalmente bolores, leveduras e a maioria das bactérias que demandam de atividade de água mínima para seu desenvolvimento, sendo estes de característica deteriorante como dado por Schlabit (2010).

A atividade de água apresentou-se semelhante quando comparado a Policarpo *et al.* (2003) que estudou os efeitos de adição de pectina e xarope de glicose sobre parâmetros físico-químicos em doces de polpa de umbu verde. Essa atividade de água é considerada como um baixo teor, o que contribui para a diminuição das velocidades de reação microbiana e enzimática favorecendo a estabilidade e a segurança alimentar do produto (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Após o exposto é notável que os aditivos utilizados na elaboração do produto em questão são de fácil acesso, apresentando baixo custo, além de um rendimento satisfatório. Os mesmos podem se considerados ideias na elaboração destes doces, minimizando as perdas durante a produção e aumentando seu rendimento final. Uma das justificativas é dada pela adição da pectina na formulação, que além de auxiliar nas características físicas do doce, melhora o seu rendimento significativamente (MAY, 1990).

Para a questão microbiológica quanto menor for o pH, mais lenta será a velocidade de seu crescimento/desenvolvimento, associado a outros fatores de inibição como a atividade de água, maior será a possibilidade de inibição e seletividade de microrganismos que podem se desenvolver e deteriorar o produto (FRANCO, 2005). Dado que os doces em massa obtidos apresentam alta acidez e baixa atividade de água, tendo um tipo de alimento mais seletivo, com maior restrição ao desenvolvimento de microrganismos promovendo uma maior segurança ao alimento bem como uma maior vida de prateleira.

Com relação às exigências legais de definição de doce em massa, as formulações desenvolvidas se enquadram ao proposto por Brasil (2005), onde os dados de °Brix estão dentro da faixa pre determinada e um pH e Aw que contribui para a sua segurança alimentar.

Conclusão

O presente trabalho possibilitou a elaboração de um doce em massa de fisális demonstrando que esta tecnologia de processamento de alimentos é promissora e que pode agregar valor ao produto, além de ser uma alternativa as perdas pós-colheita.

Propõe-se que em estudos semelhantes, ou sobre a mesma, além das já realizadas, sejam feitas análises de cor, microbiológica, além do estudo de vida de prateleira. Também se sugerem estudos sobre a aceitação sensorial do produto a fim de averiguar o grau de aceitação do consumidor quando a este doce em massa desenvolvido.

Referências

- AOAC- **Association of Official Analytical Chemistry. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.** 17. ed. Washington, 2002.
- BRASIL, 2005. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Preparo artesanal de geléias e geleizadas** / Ana Cristina Richter Krolow, Embrapa Clima Temperado. Documentos, 138 Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 29 p.

- BRASIL, 2015. EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, TORREZAN; Renata, MAPA, Embrapa Agroindústria de Alimento Coleção: **Agroindústria Familiar, Doce em Massa**, Brasília-Distrito Federal, 1ª edição, , 68 p. ,2015, p 9-38.
- FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. Ed. Atheneu, São Paulo, 2005, 182 p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Manual de Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, 4a ed., ANVISA: Brasília, 2005, p. 103 A 583.
- MARTINS, M. L. A., BORGES, S. V., DELIZA, R., CASTRO, F. T., CAVALCANTE, N. B. **Características de doce em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.42, n.9, p.1329-1333, set. 2007.
- MAY, C.D. **Industrial Pectins: Sources, Production and Applications**. *Carbohydrate Polymers*, v. 12, p. 79-99, 1990.
- SCHLABITZ, CLAÁUDIA, 2010. **ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA DE DOCES EM PASTA CASEIROS**. Monografia, Centro Universitário UNIVATES, Bacharelado em Química Industrial, Lajeado , 2010.
- POLICARPO, V.M.N. **Estudo da conservação de doce em massa de polpa de umbu (Spondias tuberosa Arruda Câmara) no estágio de maturação verde**. 2002. 105p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

Capítulo 40

Avaliação do ensaio de perfuração e espessura em espumas poliméricas biodegradáveis à base de amido de milho

Francine Lorrany Gonçalves*¹; Washington Azevêdo da Silva ²

Resumo

O amido, por ser um polímero biodegradável e amplamente produzido no Brasil, tem se mostrado um material interessante para a elaboração de filmes e espumas com baixo impacto ambiental. A adição de álcool polivinílico (PVA) proporciona maior resistência do material e o glicerol atua na sua plastificação. Assim, o trabalho a seguir apresenta os resultados de espessura (mm) e resistência à perfuração (N) de espumas poliméricas biodegradáveis formadas a partir de amido de milho, PVA e glicerol, com concentrações 3%, 3% e 6% (m/m) no Ensaio 1 e 5%, 2% e 6% (m/m) no Ensaio 2, respectivamente. A maior concentração de PVA implicou em maior espessura e maior resistência da espuma, podendo ser explicada pela grande formação de ligações de hidrogênio entre o polímero e a água, quando hidratado.

Palavras-chave: Embalagem. Polímero biodegradável. Propriedades físicas. Propriedades mecânicas.

Introdução

Espumas são materiais constituídos por uma fase sólida, de matriz polimérica, geralmente derivada do petróleo, e outra fase gasosa, oriunda da expansão da matéria prima por um agente expensor. Foram desenvolvidas na década de 50 e desde então têm sido aplicadas em diversas áreas da indústria, construção civil e cotidiano social (AZEVEDO *et al.*, 2009; LIMA, 2011; STRECKER; SILVA; PANZERA, 2014). Porém, uma das desvantagens desse material é a sua lenta degradação, que gera grande impacto ambiental com seu descarte incorreto. Uma das soluções para este problema é o desenvolvimento de espumas a partir de polímeros biodegradáveis, que podem se desintegrar na natureza em semanas ou meses, através da degradação por ação de microrganismos (MOHANTY *et*

¹Discente de Graduação, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João Del-Rei

²Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João Del-Rei

*Email: francinegoncalves2@gmail.com

al., 2005; NAIME *et al.*, 2012). A utilização de amido têm se mostrado viável na produção de espumas biodegradáveis devido ao seu baixo custo, baixa densidade, baixa toxicidade e biodegradabilidade (STEVENS *et al.*, 2010), sendo esse um polímero natural amplamente estudado (ÁVEROUS; DIGABEL, 2006; ÁVEROUS; HALLEY, 2009). O álcool polivinílico (PVA), polímero polar que possui boa compatibilidade com o amido, foi estudado por diversos autores, que comprovaram a eficácia das blendas poliméricas formadas pelos dois compostos (FOLLAIN *et al.*, 2005; GOMES, 2008).

A utilização de agentes plastificantes, como o glicerol, garante que o plástico produzido possua propriedades mecânicas melhoradas. O plastificante possui pequena estrutura molecular, baixa volatilidade e composição química similar a do amido que, quando adicionado à mistura, acarreta no aumento da extensibilidade, flexibilidade e distensibilidade do plástico. (SHIMAZU; MALI; GROSSMANN, 2007).

Visto que misturas à base de amido, plastificante e álcool polivinílico formam um polímero interessante para elaboração de espumas poliméricas biodegradáveis, este trabalho teve como objetivo analisar a espessura (mm) e resistência à perfuração (N) de duas formulações de espumas à base de amido de milho, com variação na concentração de PVA e amido.

Material e métodos

Preparo das amostras

Para a formulação das espumas poliméricas biodegradáveis foram realizados pré-testes das formulações, e após, dois ensaios, foram conduzidos em duplicata com as respectivas concentrações: Ensaio 1: 3% de amido de milho, 3% de álcool polivinílico (PVA), 6% de glicerol com 99,5% de pureza e água destilada. Ensaio 2: 5% de amido de milho, 2% de PVA, 6% de glicerol e água destilada. Portanto, foram preparadas amostras variando-se a concentração de amido e de PVA.

O amido de milho (Yoki), usado como substância polimérica, foi adquirido em supermercado da cidade de Sete Lagoas. O álcool polivinílico (PVA), o glicerol, usados como plastificantes na formulação, e a água destilada são propriedades do laboratório de Embalagens de Alimentos e Bebidas, do Departamento de Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Sete Lagoas, onde também foram realizados todos os procedimentos, desenvolvimento e análises das espumas poliméricas.

Os ingredientes foram pesados em balança analítica (Marte[®]) e em seguida foi feito o preparo das soluções. O amido e parte da água destilada foram colocados em um béquer de vidro e levados a uma chapa aquecedora (Velp[®]), por 30 minutos, aproximadamente, até a completa gelatinização a 95°C. O PVA foi solubilizado no restante da água destilada e adicionado ao amido gelatinizado, assim como o glicerol. As misturas foram levadas ao agitador de haste (modelo 712, Fisatom[®]) para aeração mecânica a 15×10^3 rpm por 10 minutos. Após, as soluções aeradas foram dispostas em placas de Petri, com uma média de 25,752 g por placa e levadas à estufa com circulação forçada de ar (modelo TE-394/2, Tecnal[®]) a 32°C por 48 horas. As espumas obtidas foram armazenadas em local seco e arejado. Para a realização das análises, as espumas foram cortadas em pequenos retângulos, afim de facilitar a medição nos ensaios.

Resistência à perfuração (N)

O ensaio de resistência à perfuração, que avalia a aplicação de uma força à velocidade constante no material, até a sua ruptura, foi realizado em texturômetro (modelo TA.XT^{Plus}, Stable Micro Systems[®]), onde foram feitas cinco leituras em cada uma das amostras, dos dois ensaios, considerando a força (N) aplicada na matriz como a média das leituras. As amostras foram fixadas em base com orifício central e uma probe com ponta esférica ($\phi = 5$ mm) foi movida (velocidade de teste = 1mm/s) perpendicularmente sobre a superfície da espuma até rompimento completo, conforme os procedimentos de Silva *et al.* (2007). A partir das curvas de Força (N) x Deformação (mm) obtidas pelo software Exponent Lite (*Version 5.1.1.0*), foi possível calcular a força necessária.

Espessura (mm)

A espessura é dada como a distância entre as duas principais superfícies do material. Tais medidas foram tomadas em um micrômetro digital 0-25mm (Digimess[®]). As leituras foram feitas em 2 repetições de cada um dos ensaios, considerando-se a espessura (mm) da espuma como a média entre todas as leituras.

Análise estatística

Os resultados experimentais foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e em consequência do resultado significativo, foi seguida de teste de médias (Tukey, $p < 0,05$), utilizando o software Sisvar®.

Resultados e discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados do ensaio de resistência à perfuração (N) e a espessura (mm) das espumas formuladas nos Ensaio 1 e 2, onde há variação da concentração de amido e PVA nos dois experimentos.

Tabela 1 – Espessura (mm) e resistência à perfuração (N), de espumas à base de amido de milho, PVA e glicerol

Tratamentos	Força (N)	Espessura (mm)
Ensaio 1	4,062 ^a	0,240 ^a
Ensaio 2	0,855 ^b	0,075 ^a

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: Ensaio 1: Com 3% de amido de milho, 3% de PVA e 6% de glicerol; Ensaio 2: Com 5% de amido de milho, 2% de PVA e 6% de glicerol.

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparação entre tratamentos) não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Analisando os resultados, observa-se uma variação significativa na força máxima aplicada no momento da ruptura da espuma, implicando em uma maior resistência à perfuração do polímero no Ensaio 1, onde há maior concentração de PVA (3%) e menor de amido (3%) do que no Ensaio 2. Tal fato pode ser explicado pela formação de pontes de hidrogênio entre as longas cadeias de álcool polivinílico e o amido, na presença de água, em maior quantidade onde a concentração de PVA foi maior, ocasionando em uma estrutura polimérica mais forte (SIDDARAMAIAH, RAJ, SOMASHEKAR, 2004; RAHMAT *et al.*, 2009; SIN *et al.*, 2010). O aumento da resistência mecânica de filmes à base de amido de mandioca adicionados de PVA foi observado por Faria e colaboradores (2012) e por Rahmat e colaboradores (2009) em espumas à base de amido de milho, onde, em ambos os trabalhos, a adição de PVA implicou em maior resistência.

As espumas poliméricas se apresentaram homogêneas no Ensaio 1. No Ensaio 2, não se mostraram homogêneas e foram observadas rachaduras e poros na superfície das mesmas. A

formulação afetou diretamente as espumas obtidas, que se revelaram mais espessas no Ensaio 1 e mais finas no Ensaio 2, uma vez que a mesma quantidade de sólidos, em média, foi distribuída nos experimentos.

Figura 1 – Espumas poliméricas à base de amido de milho, Ensaio 1 e 2, respectivamente.



Fonte: Dos autores, 2019.

Conclusão

A partir dos resultados obtidos e analisados, conclui-se que houve influência significativa nas propriedades espessura (mm) e resistência à perfuração (N) das espumas obtidas, em função do PVA.

Agradecimentos

Os autores agradecem à UFSJ, CNPQ, FAPEMIG e FINEP pela infraestrutura e apoio financeiro concedidos ao longo dos anos.

Referências

- AVÉROUS, L.; DIGABEL, F. Properties of biocomposites based on lignocellulosic fillers. **Carbohydrate Polymers**, v. 66, p. 480–493, 2006.
- AVÉROUS, L.; HALLEY, P.J. Review: biocomposites based on plasticized starch. **Biofuel Bioproducts Bioresource**, v. 3, p. 329–343, 2009.
- AZEVEDO, J. B.; M. A. CHÁVEZ; R. A. C. JUNIOR; R. G. P. OLIVEIRA; M. S. RABELLO. Propriedades físicas e mecânicas de espumas de EVA/EPDM. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, 2009, v. 4, n. 1, p. 38-44, 22 abr. 2009. *E-book*.

- FARIA, F. O.; VERCELHEZE, A. E. S.; MALI, S. Propriedades físicas de filmes biodegradáveis à base de amido de mandioca, álcool polivinílico e montmorilonita. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 487-492, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000300009&lng=en&nrm=isso. Acesso em: 15 maio 2019
- FOLLAIN, N.; JOLY C.; DOLE, P.; BLIARD, C. Properties of starch based blends. Part 2. Influence of poly vinylalcohol addition and photocrosslinking on starch based materials mechanical properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 60, p.185-192, 2005. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422012000300009&script=sci_arttext. Acesso em: 29 maio 2019.
- GOMES, A. M. M. **Preparação, Caracterização e Avaliação da biodegradabilidade de Blendas de Amido/Quitosana/PVA**. 2008. 176 f. Tese (Doutor em Química Inorgânica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- LIMA, A. C. **Produção de espumas flexíveis de poliuretano**. 2011. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Industrial, Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Fundação Educacional do Município de Assis, Assis, 2011. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0811290074.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2019.
- MARK, H. F. **Encyclopedia of Polymer Science and Engineering**. New York, N. Y.: Willey-Interscience, 2ed, v. 23, p. 848-865, 1988.
- MOHANTY, A. K.; MISRA, M.; DRZAL, L. T.; SELKE, S. E.; HARTE, B. R.; HINRICHSEN, G. Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites: An Introduction. In: Mohanty, A. K.; Misra, M.; Drzal, L. T. **Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2005.
- NAIME, N.; BRANT, A. J. C.; LUGÃO, A. B.; PONCE, P. Espumas de fécula de mandioca com fibras naturais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2012, Joinville, SC. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2012. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/2012/cbecimat/18411.pdf>. Acesso em: 13 maio 2019.
- RABELLO, M. S. *et al.* Propriedades físicas e mecânicas de espumas de EVA/EPDM. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p.38-44, 22 abr. 2009. Disponível em: www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/download/93/112. Acesso em: 29 abr. 2019.
- RAHMAT, A. R.; RAHMAN W. A. W. A.; SIN, L. T.; YUSSUF A. A. . Approaches to improve compatibility of starch filled polymer system: A review. **Materials Science And Engineering: C**, v. 29, n. 8, p.2370-2377, out. 2009.
- SHIMAZU, A. A.; MALI, S.; GROSSMAN, M. V. E. Efeitos plastificante e antiplastificante do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de amido de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 28, n. 1, p. 79-88, 2007.
- SIDDARAMAIAH; RAJ, Baldev; SOMASHEKAR, R.. Structure–property relation in polyvinyl alcohol/starch composites. **Journal Of Applied Polymer Science**: v. 91, n. 1, p.630-635, 5 jan. 2004.
- SILVA, Washington Azevêdo da *et al.* Determinação da cor, imagem superficial topográfica e ângulo de contato de biofilmes de diferentes fontes de amido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 154-163, fev. 2007.
- SIN, Lee Tin; RAHMAN, W.A.W.A.; RAHMAT, A. R., KHAN, M.I. Detection of synergistic interactions of polyvinyl alcohol–cassava starch blends through DSC. **Carbohydrate Polymers**, v.79, n.1, p.224-226, 2010.
- STEVENS, E.S., KLAMCZYNSKI, A. & GLENN, G.M. Starch–lignin foams. **eXPRESS Polymer Letters**, v. 4, p. 311–320, 2010.
- STRECKER, K.; SILVA, C. A.; PANZERA, T. H.. Fabricação e caracterização de compósitos a base de cimento com incorporação de poliestireno expandido (isopor). **Cerâmica**, São Paulo, v.60, n.354, p.310-315, junho 2014.

SUDHAMANI, S.r; PRASAD, M.s; SANKAR, K Udaya. DSC and FTIR studies on Gellan and Polyvinyl alcohol (PVA) blend films. **Food Hydrocolloids**, v. 17, n. 3, p.245-250, maio 2003.

Capítulo 41

Desenvolvimento de margarinas enriquecidas com óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*) e macaúba (*Acrocomia aculeata*(Jacq.) Lodd.)

Francine Ferreira Martins¹; Thalita Cordeiro Santos²; José Fábio Soares³, Claudia Regina Vieira*⁴

Resumo

O objetivo deste estudo foi caracterizar físico-quimicamente amostras de óleo de buriti e óleo de macaúba e margarinas elaboradas a partir destas matérias primas. Foram desenvolvidas quatro formulações de margarinas, contendo 1,5 e 3,0 % de óleo de buriti (B1,5% e B3,0%) e 1,5 e 3,0 % de óleo de macaúba (M1,5% e M3,0%). Os teores de lipídios, proteínas, umidade e índice de peróxidos das amostras não apresentaram diferenças estatísticas entre as amostras. Já os valores de pH das margarinas elaboradas com o óleo de macaúba (6,31 e 6,38 para M1,5% e M3,0%, respectivamente) foram estatisticamente maiores que o da margarina elaborada com 1,5 % de óleo de buriti (5,37) e iguais ao da margarina elaborada com 3,0 % desse óleo (5,42). Quanto às análises microbiológicas, o número mais provável de coliformes termotolerantes por grama de amostra encontrado nas margarinas foi inferior a 3. Sendo assim, pode-se concluir que foi possível elaborar margarinas com óleos de frutos do Cerrado adequadas aos padrões físico-químicos e microbiológicos exigidos pela legislação.

Palavras-chave: Frutos do Cerrado. Microbiologia. Valor nutricional.

Introdução

Com a crescente demanda por óleos e gorduras de fontes vegetais alternativas, muitos estudos têm sido realizados em relação às propriedades físicas e químicas de espécies oleaginosas para

¹Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa;

²Acadêmica de Graduação do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais;

³ Bacharel em Engenharia de Alimentos pela UFMG. Responsável técnico e diretor da Cooperativa dos Agricultores Familiares e Agroextrativistas Grande Sertão LTDA;

⁴Professora Adjunto III do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência: crvieira@ica.ufmg.br

incorporação dessas matérias primas em alimentos a fim de enriquecê-los nutricionalmente (SERRA *et al.*, 2019).

Segundo Silva *et al.* (2008), “a flora do Cerrado possui diversas espécies frutíferas com grande potencial de utilização agrícola, que são tradicionalmente utilizadas pela população local”.

Os frutos do Cerrado, buriti (*Mauritia flexuosa*) e macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.) apresentam elevado valor nutricional, compostos bioativos com propriedades antioxidantes, além de sabor e aroma característicos (REIS; SCMIELE, 2019).

O buriti (*Mauritia flexuosa*) possui uma polpa rica em lipídios, carotenoides, polifenóis e ácido ascórbico. O teor de β -caroteno encontrado no buriti é superior ao encontrado na couve e cenoura, a fração lipídica é composta basicamente de tocoferol e óleos com predominância dos ácidos graxos, oleico e palmítico, que auxiliam na prevenção de doenças cardiovasculares. Já a amêndoa da macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.) oferece um óleo claro de boa qualidade nutricional, sabor e odor agradável, sendo fonte de ácidos graxos, tais como o oleico, láurico e palmítico (REIS; SCMIELE, 2019).

Sendo assim, a incorporação de óleos vegetais de frutos do cerrado em margarinas pode ser uma alternativa para a valorização comercial destes produtos. Este estudo teve como objetivo desenvolver margarinas acrescidas de óleos de buriti e macaúba e avaliar suas características físico-químicas e microbiológicas.

Material e métodos

O óleo de buriti utilizado na elaboração das margarinas foi doado pela Cooperativa Grande Sertão, de Montes Claros - MG. O óleo de macaúba foi doado pelo laboratório de Tecnologia de Óleos do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), *campus* Montes Claros - MG. A gordura de palma foi cedida pela Bunge Alimentos. Os demais ingredientes utilizados nas formulações foram adquiridos em mercado local da cidade de Montes Claros.

Inicialmente os óleos de macaúba e de buriti foram avaliados quanto ao índice de peróxidos (326/IV), índice de acidez (325/IV), índice de acidez em ácido oleico (325/IV) e densidade a 25°C (337/IV). As margarinas foram submetidas às análises de umidade (013/IV), proteínas (037/IV), lipídios (032/IV) e índice de peróxidos (326/IV). Todas as análises foram realizadas conforme as metodologias descritas pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), para amostras de óleos e gorduras.

O processamento das margarinas consistiu na homogeneização da fase aquosa e fase oleosa de cada formulação à temperatura ambiente em velocidade média em batedeira planetária por 5 minutos. Em seguida o *bowl* da batedeira foi conduzido ao banho ultratermostatizado, a 4°C, para cristalização da gordura sob baixa velocidade. A margarina obtida foi armazenada em potes com capacidade de aproximadamente 200 g em geladeira até que todas as análises fossem realizadas.

O processamento e análises foram realizados no laboratório de Tecnologia de Processamento de Produtos Vegetais do ICA/UFMG, *campus* Montes Claros - MG.

Na Tabela 1 estão apresentadas as suas formulações.

Tabela 1 – Formulações de margarinas elaboradas com óleos de buriti e de macaúba em diferentes concentrações

Ingredientes	Concentração (% m/m)				
	FB1,5%*	FB3,0%*	FM1,5%**	FM3,0%**	
Fase Oleosa	Óleo de macaúba	0,00	0,00	1,50	3,00
	Óleo de buriti	1,50	3,00	0,00	0,00
	Gordura de palma	36,00	36,00	36,00	36,00
	Óleo de canola	22,50	21,00	22,50	21,00
	Aromatizante*	1,50	1,50	1,50	1,50
	Corante Urucum	0,00	0,00	0,10	0,10
	Emulsificante**	1,00	1,00	1,00	1,00
Fase Aquosa	Água	35,00	35,00	35,00	35,00
	Leite em pó desnatado	1,68	1,68	1,68	1,68
	Antioxidante BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
	Sal	0,80	0,80	0,80	0,80
	Ácido lático	0,01	0,01	0,01	0,01
TOTAL	100	100	100	100	

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: FB1,5%: formulação contendo 1,5 % de óleo de buriti, FB3,0 %: formulação contendo 3,0 % de óleo de buriti FM1,5%: formulação contendo 1,5% de óleo de Macaúba, FM3,0%: formulação contendo 3,0% de óleo de Macaúba).

Nota: *Aromatizante sabor manteiga. **Emulsificante à base de monoglicerídios de ácidos graxos.

As margarinas também foram analisadas microbiologicamente, sendo pesquisada a presença de coliformes termotolerantes pela técnica de número mais provável de microrganismos por grama de produto (NMP/g), conforme exigido pela Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, da

Agência nacional de Vigilância Sanitária, que aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos (BRASIL, 2001).

Foram realizadas três repetições do experimento e todas as análises foram realizadas em triplicata. Para comparar os resultados encontrados foi utilizada Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de *Tukey* para comparação de médias a 5 % de probabilidade, utilizando o *software*SAS.

Resultados e discussão

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados para densidade, índice de acidez, acidez em ácido oleico e índice de peróxidos dos óleos utilizados como matéria prima para elaboração das margarinas.

Tabela 2 – Características físico-químicas dos óleos de buriti e macaúba utilizados nas formulações de margarinas

Características	Óleos	
	Óleo de buriti	Óleo de macaúba
Densidade(g/cm ³)	0,9304 ^a	0,9263 ^a
Índice de Acidez	31,14 ^a	15,37 ^b
Acidez em ácido oleico (g/100g)	12,90 ^a	6,36 ^b
Índice de peróxidos (meq/kg)	8,64 ^a	6,55 ^b

Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem entre si significativamente pelo Teste de *Tukey* ($p < 0,05$).

Embora a literatura cite o potencial nutricional dos óleos de buriti e macaúba, a legislação brasileira não dispõe de informações a respeito dos requisitos de qualidade para óleos destas espécies. Os resultados encontrados estão similares aos relatados por Lescano *et al.* (2015), o qual avaliou as características físico-químicas do óleo da polpa de macaúba, encontrando valores de densidade de 0,91 g/cm³. No presente estudo, a densidade do óleo de macaúba foi de 0,9263 g/cm³. O óleo de buriti apresentou densidade de 0,9304 g/cm³, valor superior aos encontrados por Aquino *et al.* (2012), de 0,92 e 0,90 g/cm³, para óleo bruto e refinado, respectivamente.

O óleo de buriti analisado apresentou índice de acidez de 31,14, já as amostras de óleo de macaúba apresentaram índice de acidez de 15,37. O índice de acidez em amostras de óleos está relacionado com a conservação do óleo, podendo indicar sua possível degradação, que é determinada

pela rancidez oxidativa devido ao armazenamento ou exposição a temperaturas elevadas, o que pode trazer prejuízos às propriedades sensoriais dos produtos (MACHADO *et al.*, 2006).

Os dados da composição centesimal e das análises da qualidade físico-química das margarinas elaboradas se encontram dispostos na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição físico-química das margarinas adicionadas de óleo de buriti e de macaúba

Formulações	Umidade* (g/100g)	Proteína* (g/100g)	Lipídios* (g/100g)	pH	Índice de peróxido (g/100g)
FB1,5%	58,61 ^a ± 0,52	0,87 ^a ± 0,08	58,61 ^a ± 0,53	5,37 ^a ± 0,04	1,53 ^a ± 0,03
FB3,0%	59,20 ^a ± 1,24	0,95 ^a ± 0,11	59,20 ^a ± 0,51	5,42 ^{ab} ± 0,01	1,92 ^a ± 0,67
FM1,5%	60,62 ^a ± 1,58	0,97 ^a ± 0,02	60,62 ^a ± 0,68	6,31 ^b ± 0,08	1,92 ^a ± 0,66
FM3,0%	61,37 ^a ± 1,63	0,97 ^a ± 0,02	61,37 ^a ± 0,15	6,38 ^b ± 0,08	2,30 ^a ± 0,66

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: FB1,5%: formulação contendo 1,5 % de óleo de buriti, FB3,0%: formulação contendo 3,0 % de óleo de buriti, FM1,5%: formulação contendo 1,5 % de óleo de macaúba, FM3,0%: formulação contendo 3,0 % de óleo de macaúba.

Notas: *Resultados em base seca. Letras iguais na mesma coluna: os resultados não diferem estatisticamente a 5 % de probabilidade de acordo com o teste de Tukey.

O teor de lipídios, proteínas, umidade e índice de peróxidos das margarinas não apresentaram diferenças estatísticas entre si, isso porque a partir da formulação base não houve variação na quantidade de óleo, leite em pó desnatado e água adicionada nas formulações elaboradas, o que poderia ajudar a esclarecer tal fato. Os valores de pH das margarinas elaboradas com o óleo de macaúba (6,31 e 6,38 para FM1,5% e FM3,0%, respectivamente) foram estatisticamente maiores que o da margarina elaborado com 1,5% de óleo de buriti (5,37) e iguais ao da margarina elaborada com 3,0 % desse óleo (5,42).

Em seu trabalho, Oliveira *et al.* (2011) determinaram o pH de amostras de margarina adicionadas de óleo de pequi, encontrando valores próximos (pH=6,4) ao da margarina contendo óleo de macaúba. Relatos sobre o pH de margarinas contendo óleo de macaúba e buriti não estão disponíveis na literatura.

A portaria nº372, de 04 de setembro de 1997, estabelece que a margarina destinada ao consumo humano deve apresentar teor máximo de 95 % de lipídios, devendo apresentar cor, sabor e odor característicos. Desse modo, o produto obtido se encontra dentro dos padrões exigidos pela legislação (BRASIL, 1997).

Os óleos utilizados na elaboração do produto também se encontravam de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente, visto que devem apresentar índice de peróxidos inferior a 10 meq/Kg (BRASIL, 2005).

As amostras de margarina estavam de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação (Brasil, 2001), sendo constatado < 3NMP de coliformes termotolerantes/g de amostra. Batista *et al.* (2012) atribuíram ao óleo de buriti o potencial de inibição de crescimento de alguns micro-organismos, dentre eles *Enterobacter aerogenes*, que pertence ao grupo das enterobactérias, assim como os coliformes, o que pode justificar o não desenvolvimento desses micro-organismos nas amostras avaliadas.

Conclusão

Concluiu-se que foi possível elaborar margarinas com óleos de frutos do Cerrado com boas características físico-químicas e microbiológicas dentro dos padrões exigidos pela legislação, possibilitando o desenvolvimento de novos produtos utilizando os óleos de buriti e macaúba.

Agradecimentos

Os autores agradecem pela doação do óleo de buriti feita pela Cooperativa Grande Sertão, de Montes Claros – MG e ao laboratório de Tecnologia de Óleos do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), *campus* Montes Claros – MG, pela doação do óleo de macaúba.

Referências

- AQUINO, J. S. *et al.* Refining of Buriti Oil (*Mauritia flexuosa*) Originated from the Brazilian Cerrado: Physicochemical, Thermal-Oxidative and Nutritional Implications. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, n. 2, p. 212-219, 2012.
- BATISTA, J. S. *et al.* Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. **Ciência Rural**, v.42, n.1, p. 136-141, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n1/a1012cr5053.pdf>. Acesso em 15 maio 2019.
- BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 25 mar. 2019.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o "Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal". Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>> Acesso em: 14 Maio 2019.

BRASIL. **Portaria n.372 de 04 set. 1997 do Ministério da Agricultura**, DIPOA (Divisão de Inspeção de Produtos de Origem Animal). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/regmargarina.htm>. Acesso em: 15 maio 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Óleos e gorduras. *In*: ZENEON, O.; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P. (Coord.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª Edição, 1ª Edição digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 2008. p. 593-629. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=0&func=startdown&id=17. Acesso em: 29 mar. 2019.

LESCANO, C. H. *et al.* Alternative sources of oils and fats from Amazonian plants: Fatty acids, methyl tocopherols, total carotenoids and chemical composition. **African Journal of Food Science**, v.9, n.3, p. 113-119, 2015.

MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres**, v. 53, n. 308, p. 463-470, 2006. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/3052/305226674005.pdf>. Acesso em: 15 maio 2019.

OLIVEIRA, E. N. A. *et al.* Obtenção e caracterização de margarina convencional e light à base de óleo de pequi. **Boletim CEPPA**, v. 29, n. 2, p. 293-304, 2011. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/alimentos/article/view/25508/17353>. Acesso em: 29 mar. 2019.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p. 1-12, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232019000100300&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 12 jun. 2019.

SERRA, J.L. *et al.* Alternative sources of oils and fats from Amazonian plants: Fatty acids, methyl tocopherols, total carotenoids and chemical composition. **Food Research International**, v.116, n 1, p.12-19, 2018.

SILVA, M. R. *et al.* Caracterização química de frutos nativos do Cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

Capítulo 42

Avaliação da cor instrumental de bolos de carne a base de farinha de peito de frango com adição de fontes de lipídeos variados

Maria Nunes Medeiros^{*1}; Maria Cecília Mendes Cardoso²; Isadora Cachuit Cardoso Mota³; Marcio Schmiele⁴, Monalisa Pereira Dutra Andrade⁵

Resumo

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito da adição de diferentes fontes de lipídeos em relação à cor instrumental e umidade de bolos de carne elaborados com farinha de peito de frango. O produto elaborado pretende atender os consumidores que procuram consumir bolo (*low carb*) e sem glúten. Para isso, foram elaboradas cinco formulações variando a fração lipídica utilizada em cada tratamento, na qual F1 representa a formulação com adição de óleo de coco; F2 (banha de porco); F3 (creme de leite); F4 (azeite de oliva extravirgem) e F5 (gordura vegetal hidrogenada). Foram analisadas, luminosidade (L^*), índice de vermelho (a^*), índice de amarelo (b^*), saturação (C^*), tonalidade (h°) e teor de umidade. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para todos os parâmetros analisados. Através dos resultados obtidos, concluiu-se que a formulação dos bolos de carne utilizando azeite de oliva extravirgem como fonte de lipídeo se destacou das demais, por apresentar maior luminosidade (L^*), tonalidade (h°) e maior teor de umidade entre as cinco formulações, conseqüentemente, menores índices de vermelho (a^*), amarelo (b^*) e saturação (C^*). Já os bolos de carne elaborados com banha de porco tiveram comportamento contrário quando comparados à formulação que utilizou azeite de oliva extravirgem.

Palavras-chave: Bolo *low carb*. Bolo de carne. Bolo sem glúten.

¹ Graduanda em Bacharelado de Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia/Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

² Graduanda em Bacharelado de Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia/Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

³ Graduanda em Bacharelado de Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia/Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

⁴ Orientadora, Instituto de Ciência e Tecnologia/Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

⁵ Coorientador, Instituto de Ciência e Tecnologia/Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

Introdução

Tem havido um aumento no interesse mundial em melhorar a qualidade da nutrição e reduzir os custos de saúde através da prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e expectativa de vida estendida (STRINGHETA *et al.*, 2007).

A doença celíaca (DC) é uma enfermidade causada pela intolerância permanente à ingestão do glúten, presente em cereais como trigo, aveia, centeio e cevada. A DC afeta indivíduos geneticamente susceptíveis, provocando um processo inflamatório que altera a mucosa do intestino delgado, causando atrofia das vilosidades e má absorção de nutrientes (SDEPANIAN; MORAIS; FAGUNDES-NETO, 1999; SILVA; FURLANETTO, 2010).

O glúten é a fração proteica constituída pelas classes das glutelinas e prolaminas após hidratação e trabalho mecânico. No trigo, o glúten é formado pelas gliadinas (prolaminas) responsáveis pela extensibilidade da massa e pelas gluteninas (glutelinas), responsáveis pela elasticidade à extensão da massa. Estas proteínas juntas formam o complexo proteico que confere propriedades viscoelásticas únicas aos produtos de panificação, principalmente em se tratando do pão (STEFANO; DAL BELLO; ARENDT, 2008).

Uma das estratégias utilizadas na atualidade para obtenção de um corpo ideal são as dietas alternativas, como a dieta *low carb*, nas quais a redução de carboidratos digeríveis pode ocorrer de forma isolada ou com diferentes níveis de restrição desse macronutriente. Nestas dietas, a oferta de carboidratos digeríveis é substituída por alta oferta de proteínas ou gorduras (BALDINI, 2016), permitindo a manutenção de carboidratos não digeríveis, composta pelas fibras alimentares. Para a elaboração de produtos alimentício com baixo teor de carboidratos digeríveis, e que ao mesmo tempo não possua glúten em sua composição, o uso de proteínas animais ou de leguminosas acompanhadas de farelos de cereais que não possuem proteínas formadoras de rede de glúten é uma das estratégias.

Segundo Venturini *et al.* (2007) a carne de frango é pobre em gorduras, desde que seja consumida sem pele, é rica em ferro, vitaminas do complexo B e proteínas de boa qualidade, contendo aminoácidos indispensáveis ao organismo humano. O peito de frango é o pedaço mais magro, com apenas 2% de lipídios e apresentam gorduras de boa qualidade em grande parte monoinsaturadas (MUFA) e poli-insaturadas (PUFA).

Para produtos assados, a cor da crosta é diretamente influenciada pela reação de *Maillard* e pela caramelização, sendo as principais alterações químicas causadas durante o cozimento (POPOV-RALJIC *et al.*, 2009). A cor é umas das características mais importantes na aparência de um bolo,

pois combina com a textura e o sabor, e contribui para a preferência do consumidor pelo produto (FELISBERTO *et al.*, 2015). Além disso, a cor de um produto está diretamente relacionada a aceitabilidade e fidelidade do consumidor, pois reflete na sensorialidade e no prazer de consumo. Desta forma, as alterações realizadas em formulações de novos produtos alimentícios podem resultar em alterações em características tecnológicas, nutricionais e funcionais, sendo a cor uma das medidas importantes a serem avaliadas.

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito da adição de diferentes fontes de lipídeos com relação à cor instrumental e teor de umidade de bolos elaborados com farinha de peito de frango. O produto elaborado pretende atender à demanda dos consumidores que procuram consumir bolo com baixo teor de carboidrato (*low carb*) e sem glúten.

Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Carnes, Laboratório de Cereais e no Laboratório de Matérias-Primas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina, Minas Gerais. Foram utilizados peitos de frango congelados (-18°C), adquiridos no comércio local da cidade de Diamantina-MG, sendo selecionada a mesma marca, fornecedor e lote. A carne foi descongelada em incubadora BOD na temperatura de 5°C por 24 horas. Os peitos de frangos foram desossados, retirados a pele, gordura aparente e moídos em discos de 5 mm em moedor (BERMAR, Modelo boca 22). A farinha foi obtida pela secagem do peito de frango em estufa (Sterilifer – SX 1.3 AS) à 105°C durante 4 horas. Em seguida, o peito de frango seco foi triturado à velocidade máxima em processador de alimentos Liquidificador (Britânia – Diamante Black filter) durante 2 minutos.

Para a preparação dos bolos de carne, os ingredientes foram pesados de acordo com as formulação: farinha de peito de frango (40%), lipídeo (10%), ovo (35%), fermento (5%), fibra de arroz (10%). Dessa forma, foram elaboradas cinco formulações de bolo de carne variando apenas o lipídeo utilizado em cada tratamento, em que F1 representa a formulação com adição de óleo de coco; F2 (adição de banha de porco); F3 (adição de creme de leite); F4 (adição de azeite de oliva extravirgem) e F5 (adição de gordura vegetal hidrogenada).

Inicialmente, o ovo foi misturado ao lipídeo com o auxílio de uma batedeira (ARNO, BCSA) na velocidade máxima durante 5 minutos. Em seguida foram adicionados a farinha do peito de frango, o farelo de arroz e novamente durante 3 minutos agitados na batedeira em velocidade mínima. Posteriormente foi acrescentado o fermento químico e misturado manualmente. Por último foi

colocado na forma (altura x largura x comprimento de 50, 60 e 200 mm, respectivamente) e conduzido ao forno elétrico (JADY, Layr) para assar à temperatura de 180°C, por aproximadamente 14 minutos (o final do forneamento foi observado visualmente, objetivando-se o desenvolvimento de coloração característica).

Para a análise de cor instrumental, foi utilizado o colorímetro KONICA MINOLTA e realizadas as medidas de L^* (luminosidade), coordenadas de cromaticidade no espaço de cor a^* (vermelho/verde) e b^* (amarelo/azul). Obtidos os dados, calculou-se C^* (cromaticidade) e h^* (ângulo de tonalidade). A umidade foi medida pelo método de estufa à 105°C, durante 4 horas.

Todas as análises foram realizadas em triplicata, sendo que os dados obtidos foram avaliados através de análise de variância (ANOVA) e para comparação das médias realizou-se o teste de Tukey com nível de significância de 5%. A análise estatística foi realizada no *software* STATISTICA 8.0.

Resultados e discussão

Os resultados dos parâmetros de cor instrumental e umidade dos bolos elaborados com farinha de peito de frango com adição de diferentes fontes de lipídeos estão apresentados na Tabela 1. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para todos os parâmetros de cor instrumental entre as cinco formulações de bolo de frango elaboradas com diferentes fontes de lipídeo.

Para se obter um parâmetro que descreva o escurecimento ocorrido em alimentos utiliza-se comumente a coordenada L^* . O parâmetro L^* está associado à luminosidade das amostras e pode variar de 0 a 100. Os valores mais altos de L^* (próximos de 100) caracterizam as amostras mais claras e os menores valores de L^* (menores que 50) caracterizam amostras mais escuras (COHEN, *et al.*, 2004).

Os maiores valores de luminosidade foram encontrados para os bolos de carne elaborados com azeite de oliva extravirgem como fonte de lipídeo, isso implica em uma coloração mais clara dos bolos.

Ao contrário, os menores valores de luminosidade foram encontrados para os bolos de carne elaborados com banha de porco como fonte de lipídeo, implicando em uma coloração mais escura nos bolos.

Segundo Silva (2007) a combinação dos cromos positivos a^* e b^* resulta em coloração marrom. Logo, ao analisar os resultados do presente trabalho, é possível afirmar que os bolos elaborados com banha de porco como fonte de lipídeo, apresentaram uma coloração marrom mais intensa, devido aos maiores valores do índice de vermelho (a^*) e amarelo (b^*). Os bolos de carne

elaborados com azeite de oliva extravirgem como fonte de lipídeo, apresentaram uma coloração marrom menos intensa, devido aos menores valores do índice de vermelho (a^*) e amarelo (b^*).

Tabela – Resultados das análises e desvios padrão das análises de cor instrumental das cinco formulações de bolo de carne de frango elaboradas com diferentes fontes de lipídeos.

Formulações	Umidade	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*
F1	39,12 ^d ± 0,47	59,80 ^c ± 0,72	6,87 ^b ± 0,25	30,63 ^b ± 0,17	31,39 ^b ± 0,21	77,36 ^b ± 0,39
F2	32,94 ^e ± 0,48	56,26 ^e ± 0,38	8,25 ^a ± 0,10	32,33 ^a ± 0,14	33,36 ^a ± 0,16	75,69 ^d ± 0,09
F3	40,66 ^c ± 0,13	59,23 ^d ± 0,90	7,13 ^b ± 0,06	29,85 ^c ± 0,12	30,69 ^c ± 0,10	76,57 ^c ± 0,16
F4	48,58 ^a ± 0,23	63,87 ^a ± 0,45	3,86 ^d ± 0,07	20,96 ^e ± 0,11	21,31 ^e ± 0,11	79,56 ^a ± 0,21
F5	41,95 ^b ± 0,39	62,60 ^b ± 0,07	6,05 ^c ± 0,12	22,52 ^d ± 0,17	23,32 ^d ± 0,20	74,95 ^e ± 0,17

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: F1: Óleo de Coco; F2: Banha de Porco; F3: Creme de Leite; F4: Azeite de Oliva Extravirgem; F5: Gordura Vegetal Hidrogenada.

Nota: Médias seguidas de uma mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Ao analisar o teor de umidade dos bolos de carne elaborados no presente trabalho foi observado que os produtos com óleo de coco e banha de porco apresentaram teores intermediários de umidade. Enquanto os bolos com creme de leite, azeite de oliva extravirgem e gordura vegetal hidrogenada apresentaram alto teor de umidade. O maior valor de umidade foi encontrado para os bolos de carne elaborados com azeite de oliva extravirgem como fonte de lipídeo. No entanto, o menor valor de umidade foi encontrado para os bolos elaborados com banha de porco como fonte de lipídeo.

Além da fração lipídica, o uso de farelo de arroz também promove aumento nos teores de umidade dos alimentos, pois as fibras insolúveis presentes, principalmente celulose, hemicelulose e

lignina, são responsáveis por reterem grande quantidade de água. A presença destes carboidratos não digeríveis é extremamente vantajosa, uma vez que os produtos, cárneos em geral, são pobres em fibras alimentares.

A saturação está ligada diretamente à concentração do elemento corante e representa um atributo quantitativo para intensidade. Quanto maior o croma maior a saturação das cores perceptíveis aos humanos. Cores neutras possuem baixa saturação, enquanto cores puras possuem alta saturação e, portanto, mais brilhantes na percepção humana (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013). Os valores do índice de saturação (C^*) estão em consonância com relação à cor marrom mais intensa encontrada nos bolos elaborados com banha de porco e cor marrom menos intensa encontrada nos bolos elaborados com azeite de oliva extravirgem.

O ângulo *Hue* (h°) é considerado o atributo qualitativo da cor instrumental, é o atributo segundo o qual as cores foram definidas tradicionalmente como avermelhada, esverdeada, etc., e é usado para definir a diferença de uma determinada cor com referência à cor cinza com a mesma leveza (PATHARE *et al.*, 2013). Os maiores valores de tonalidade (h°) foram encontrados para os bolos elaborados com azeite de oliva extravirgem como fonte de lipídeo, designando o nome dar cor predominante nos bolos, nesse caso, marrom claro. Já, os menores valores de tonalidade (h°) foram encontrados para os bolos elaborados com gordura vegetal hidrogenada como fonte de lipídeo, conseqüentemente, a cor de destaque é marrom escuro.

De acordo com valores referência do artigo pré-mistura para bolo sem glúten (RAMOS, *et al.*, 2012) a luminosidade (L^*) variou de 70,03 a 74,07, já os valores de croma (a^*) tiveram uma variação de 1,03 a 1,59, esses, quando comparados com os resultados do presente trabalho, variaram significativamente. Os valores referência de croma (b^*) variaram de 23,63 a 29,15, quando comparados com o presente estudo não variaram significativamente.

Conclusão

Através dos resultados obtidos no presente experimento foi possível concluir que a formulação do bolo de carne elaborado com farinha de peito de frango utilizando azeite de oliva extravirgem como fonte de lipídeo se destacou das demais formulações por apresentar maior luminosidade (L^*), tonalidade (h^*) e maior teor de umidade entre as cinco formulações. Essas características, quando comparadas aos bolos tradicionais do mercado, tornam o produto satisfatório e adequados sensorialmente. Ao mesmo tempo, os bolos de carne elaborados com farinha de peito de frango utilizando azeite de oliva extravirgem como fonte de lipídeo apresentaram os menores índices

de vermelho (a^*), amarelo (b^*) e saturação (C^*). Foi possível concluir também que os bolos elaborados com banha de porco obtiveram o comportamento contrário à formulação que utilizou azeite de oliva extravirgem em todos os parâmetros de cor e umidade analisados.

Agradecimentos

Agradecimento ao Instituto de Ciência e Tecnologia e à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pelo suporte institucional.

Referências

- BALDINI, M. **Publicação do Conselho Regional de Nutricionistas - 3a Região SP/MS**, 2016.
- COHEN, K. O.; JACKIX, M. N. H.; SOUSA, M. V. Otimização do processo de temperagem de produto análogo de chocolate ao leite elaborado com amêndoas de cacau e de cupuaçu. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 7, n. 2, p. 115-127, 2004.
- POPOV-RALJIĆ, J. V.; MASTILOVIĆ, J. S.; LALIĆIĆ-PETRONIJEVIĆ, J. G.; POPOV, V. S. Investigations of bread production with postponed staling applying instrumental measurements of bread crumb color. **Sensors**, v. 9, p. 8613-8623, 2009.
- FELISBERTO, M. H. F.; WAHANIK, A. L.; GOMES RUFFI, C. R.; CLERICI, M. T. P. S.; CHANG, Y. K.; STEEL C. J. Use of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage gel to reduce fat in pound cakes LWT – **Food Science and Technology**, v. 63, p. 1049-1055, 2015.
- PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technology**, v. 6, p. 36–60, 2013.
- RAMOS, N. C.; PIEMOLINI-BARRETO, L., T.; SANDRI, I. G. Pré-mistura para bolo sem glúten. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 1, p.33-38, 2012.
- SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. **Arquivo de Gastroenterologia**, v. 36, n. 4, p. 244-257, 1999.
- SILVA, A. S. S. **A raiz da yacon (*Smallanthus sonchifollius* Poepping & Endlicher) como fonte de fibras alimentares, sua caracterização físico-química, uso na panificação e sua influência na glicemia pós-prandial**. 2007. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007.
- SILVA, T. S. G.; FURLANETTO, T. W. Diagnóstico de Doença Celíaca em adultos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, n. 1, p. 122-126, 2010.
- STEFANO, R.; DAL BELLO, F.; ARENDT, E. K. Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. **Journal of cereal Science**, v. 48, n. 1, p. 33-45, 2008.
- STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, T. T.; GOMES, C. R.; AMARAL, H. P. M.; CARVALHO, F. M.; VILELA, P. A. M. Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 2, p. 181-194, 2007.
- VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características da carne de frango. **Boletim técnico PIE-UFES**, v.7, p. 5-6, 2007.

Capítulo 43

Efeito do tempo de armazenamento no comportamento reológico e na viabilidade de cultura probiótica em bebida láctea sabor café

Aline Prudente Marques¹, Larissa de Oliveira Ferreira Rocha^{2*}, Maria Emília Souza Gomes Pimenta³, Carlos José Pimenta³

Resumo

A procura por produtos mais saudáveis, inovadores, de baixo custo e de prática utilização, contribuíram para o crescimento da indústria de bebidas lácteas, fazendo com que estas ganhassem popularidade. Aliado às tendências do mercado, o presente trabalho teve como objetivo verificar o comportamento reológico e a viabilidade de uma cultura probiótica adicionada à bebida láctea sabor café, ao longo do tempo de armazenamento. A formulação utilizada foi otimizada em estudos anteriores. Selecionou-se a formulação com 50% de soro, 0,2% de café e 12% de açúcar. Foram avaliados a viabilidade da cultura probiótica utilizada (*Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium animalis*), e o comportamento reológico do produto nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias) à temperatura de 4°C. A análise dos resultados demonstrou que o produto manteve número de células viáveis para *B. animalis* até o 21º dia e para o *L. acidophilus* a bebida láctea fermentada sabor café permaneceu com número de células viáveis durante todo armazenamento. O comportamento reológico da bebida demonstrou alteração significativa durante o armazenamento e a bebida láctea apresentou comportamento de fluido não newtoniano, com características de pseudoplasticidade.

Palavras-chave: Bactérias lácticas. Funcional. Soro de leite.

Introdução

No Brasil a produção de bebida láctea é uma das principais opções de aproveitamento do soro de leite. As mais comercializadas são as bebidas fermentadas, com características sensoriais

¹ Mestranda, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras

² Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

³ Docente, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras.

*Autor para correspondência: larissa.rocha@ict.ufvjm.edu.br

semelhantes ao iogurte, e bebidas lácteas não fermentadas. O notável aumento no consumo de bebidas fermentadas verificado nos últimos anos em nosso país acarreta uma utilização racional de soro de leite na elaboração desses produtos, aproveitando-se, assim, esse subproduto de excelente valor nutricional (SANTOS *et al.*, 2008).

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas (BRASIL, 2005) define que bebida láctea é o produto resultante da mistura do leite e soro de leite, fermentadas ou não, adicionadas ou não de outros ingredientes, em que a base láctea represente pelo menos 51% (m m⁻¹) do total de ingredientes do produto. A bebida láctea fermentada é o produto lácteo resultante da mistura do leite e soro de leite fermentado mediante a ação de cultivo de micro-organismo específicos e/ou adicionado de leite(s) fermentado(s) e que não poderá ser submetido a tratamento térmico após a fermentação. A contagem total de bactérias lácticas viáveis deve ser no mínimo 10⁶ UFC/g, no produto final, para o(s) cultivo(s) láctico(s) específicos (s) empregado(s), durante o prazo de validade (BRASIL, 2005).

As bebidas lácteas fermentadas são caracterizadas por produtos de baixa acidez, viscosidade e alto valor nutritivo, pois se trata de um alimento rico em cálcio, proteínas e vitaminas. Adicionadas de polpa de frutas e aromas, obtém-se um sabor fresco e textura agradável (TEBALDI, 2005). Atraídos pela possibilidade de optar por benefícios adicionais à saúde, os consumidores tendem a escolher produtos funcionais em substituição aos tradicionais, estimulando a expansão do mercado desse tipo de produto. A indústria de laticínios, em particular, encontrou nas culturas probióticas uma ferramenta para o desenvolvimento de novos produtos (SAAD *et al.*, 2011).

Probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em concentrações adequadas, conferem benefícios à saúde daqueles que o consomem, bem como aumentam ativamente o balanço da microflora no intestino (FAO/WHO, 2002). Microrganismos probióticos foram primeiramente introduzidos no mundo como ingredientes funcionais em produtos lácteos, cereais matinais e “snacks” (SINGH *et al.*, 2011). As bactérias probióticas utilizadas devem manter-se com boa viabilidade durante o armazenamento. No entanto, a viabilidade e a estabilidade destes microrganismos tem sido um desafio tecnológico, uma vez que muitas bactérias probióticas são sensíveis à exposição a oxigênio, calor e pH ácidos (STANTON *et al.*, 2005)

Diante da tendência no desenvolvimento de produtos funcionais, o presente trabalho teve como objetivo verificar o comportamento reológico e a viabilidade da cultura probiótica adicionada à bebida láctea sabor café como nova opção de sabor.

Material e métodos

A obtenção das bebidas lácteas fermentadas e as análises foram realizadas nos laboratórios de Laticínios e no Laboratório Central de Análises, localizados no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras/MG.

Metodologia de obtenção da bebida láctea probiótica sabor café

Para obtenção da bebida, procedeu-se uma mistura de leite em pó semidesnatado reconstituído, soro proveniente da fabricação de queijo minas frescal (50%), sacarose (12%), estabilizante Estabigem 073 (Gemacon[®]) (1%), cultura láctica (0,2%) e café solúvel (0,2%). A mistura de soro, leite, açúcar e estabilizante foi submetida a tratamento térmico (90°C por 5 minutos, sob agitação constante) e imediatamente resfriada até atingir a temperatura de inoculação (42-45°C). Foi adicionado o inóculo, constituído por cultura mista probiótica (ABT 4 Chr Hansen[®]) contendo o *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium animalis* e *Lactobacillus acidophilus*. O volume de cultura utilizado para que o produto apresentasse características probióticas seguiu as recomendações do fabricante. A fermentação foi conduzida em estufa à 43°C até pH 5,0. Finalizada esta etapa, o produto foi resfriado (12°C) e procedeu-se o rompimento do coágulo e adição do café solúvel. Posteriormente o produto foi envasado em garrafas de polietileno de alta densidade (500 mL) e armazenados na temperatura de 4°C para a realização das análises nos tempos 0, 7, 14, 21 e 28 dias.

Metodologia analítica

Para determinação da viabilidade da cultura probiótica, os microrganismos probióticos *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium animalis* foram avaliados utilizando Ágar MRS (Man Rogosa and Sharpe). Para a contagem de *L. acidophilus* o MRS foi modificado com adição de solução de maltose 10%, de acordo com metodologia adaptada descrita por Silva, Junqueira e Silveira, 2010. Para a quantificação de *B. animalis* o MRS foi modificado com adição de 0,2% (m/v) de cloreto de lítio e 0,3% (m/v) de propionato de sódio segundo Vinderola e Reinheimer (1999). Para ambos os microrganismos as placas foram incubadas em anaerobiose (Anaerobac[®], Brasil) a 37°C por 72 h.

As medidas reológicas foram realizadas por meio de um viscosímetro rotacional de cilindros concêntricos da marca BROOKFIELD DVIII Ultra (Brookfield Engineering Laboratories,

Stoughton, USA), usando o adaptador para pequenas amostras 13R/RP (19,05 mm de diâmetro e 64,77 mm de profundidade) e o sensor de cisalhamento coaxial SC4-18 (17,48 mm de diâmetro e 31,72 mm de comprimento).

Análise estatística

Os resultados do comportamento reológico foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) seguido de teste de Tukey a nível de 5% de significância, através do software Sisvar.

Resultados e discussão

A viabilidade de *Bifidobacterium animalis* e *Lactobacillus acidophilus*, utilizados na fermentação da bebida láctea sabor café, é demonstrado na Figura 1.

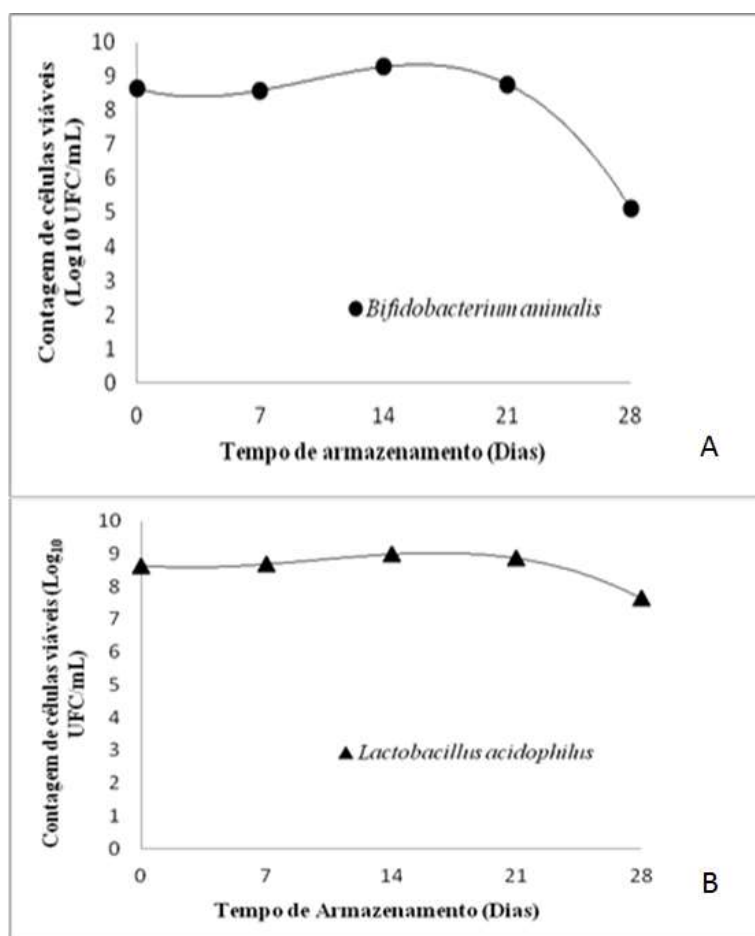
A contagem de *B. animalis* decresceu de $4,8 \times 10^8$ UFC/mL no tempo zero (produto fresco) para $1,10 \times 10^5$ UFC/ml ao final dos 28 dias de armazenamento (Figura 1.A), enquanto a contagem de *L. acidophilus* passou de $5,30 \times 10^8$ UFC/mL para $6,30 \times 10^7$ UFC/mL ao final do armazenamento (Figura 1.B).

A viabilidade de microrganismos probióticos como *L. acidophilus* e *Bifidobacterium* spp. em produtos lácteos depende de fatores como a cepa da bactéria utilizada, utilização de culturas “*starter*”, interação entre espécies presentes, tempo de fermentação, condições de armazenamento, disponibilidade de nutrientes, pós-acidificação durante o armazenamento, dentre outros (Vinderola *et al.*, 2000a; Vinderola *et al.*, 2000b).

Associado a presença do café, a concentração mais elevada de açúcar utilizada (12%) pode ter interferido na viabilidade do *B. animalis*. Altas concentrações de açúcar adicionadas ao leite antes da fermentação podem inibir bactérias devido aos efeitos osmóticos dos solutos e a baixa atividade de água (Vinderola; Reinheimer, 1999).

Segundo Cunha *et al.* (2008) as características reológicas são essenciais para a aceitabilidade de um produto, podendo a viscosidade ser utilizada para classificar o comportamento de diversos fluidos.

Figura 1 – Viabilidade de *Bifidobacterium animalis* (A) e *Lactobacillus acidophilus* (B) em bebida láctea sabor café durante os 28 dias de armazenamento a 4°C.



Fonte: Dos autores (2012)

A partir da análise dos dados, obtiveram-se os parâmetros reológicos para dois modelos de comportamento de fluido, Lei da potência e Herschell-Bulkley. Observando-se os coeficientes de determinação (R^2) dos parâmetros reológicos obtidos pôde-se concluir que a bebida láctea fermentada sabor café ajustou-se melhor ao modelo de Herschell-Bulkley (Tabela 1).

A bebida láctea apresentou comportamento de fluido não newtoniano, com características de pseudoplasticidade, ou seja, existe um decréscimo na viscosidade com o aumento da tensão de cisalhamento. As alterações dos parâmetros reológicos podem ter sido decorrentes da presença do estabilizante na constituição do produto, bem como de possíveis sinergismos entre demais componentes da formulação da bebida.

Tabela 1 – Parâmetros reológicos da Bebida Láctea Fermentada sabor Café para o modelo de Herschell-Bulkley ao longo dos 28 dias de armazenamento refrigerado a 4°C

Tempo (Dias)	K (Pa.s)	n	T ₀	Viscosidade	R ²
0	353 ^a	0,5133 ^a	0,8467 ^a	82,70 ^d	99,16
7	329 ^a	0,5733 ^{ab}	0,8967 ^{ab}	93,08 ^b	98,46
14	370 ^{ab}	0,5267 ^{ab}	0,8200 ^{ab}	89,29 ^c	97,93
21	238 ^{bc}	0,6167 ^{bc}	0,9300 ^{ab}	82,71 ^d	98,63
28	462 ^c	0,5000 ^c	0,7200 ^b	94,32 ^a	96,53

Fonte: Dos autores (2012)

Legenda: K – índice de consistência. n – índice de comportamento do fluido. T₀ – tensão de cisalhamento inicial. R² – coeficiente de determinação

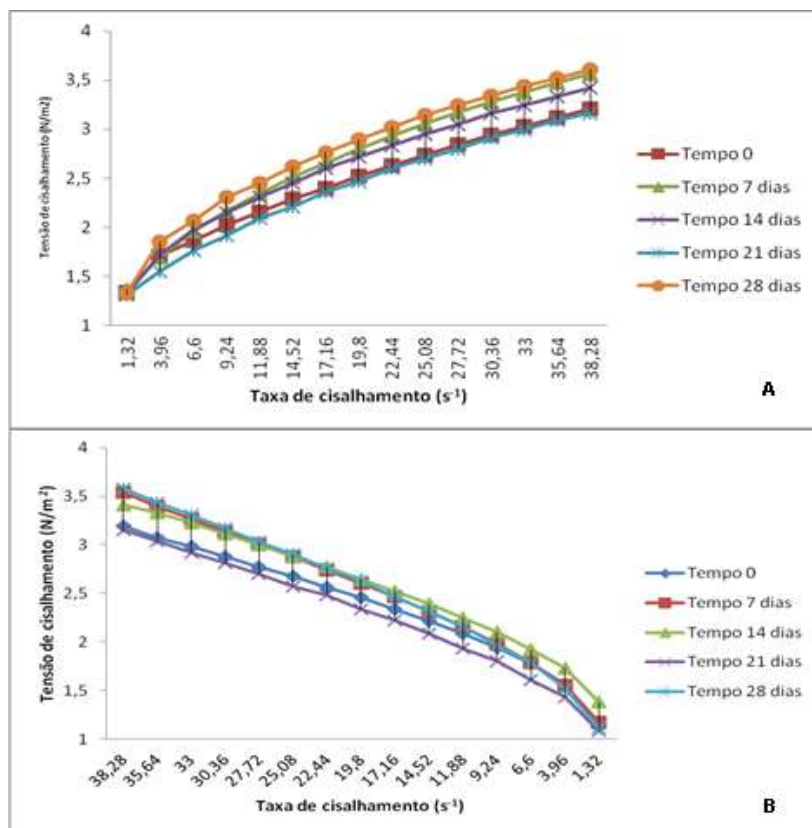
Nota: médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$).

A Figura 2 (A e B) representa as relações entre tensão de cisalhamento e taxa de cisalhamento (curvas ascendentes e curvas descendentes) para a bebida láctea fermentada sabor café ao longo do armazenamento refrigerado. Verificou-se que as curvas não apresentaram uma relação linear entre tensão de cisalhamento e taxa de cisalhamento, caracterizando mais uma vez o produto em estudo como um fluido não newtoniano.

De forma geral, a viscosidade aumenta com o incremento da concentração de sólidos solúveis. Caldeira *et al.* (2010) em estudo com bebida láctea à base de soro de leite de búfala verificaram que as formulações com menores teores de soro (10 e 20%), ou seja, com maior teor de sólidos, apresentaram maiores valores para viscosidade. Uma maior viscosidade está associada à redução do fluido para lubrificação intermolecular e formação de hidratos pelos íons e moléculas e agregados moleculares, que aumentam o atrito entre as camadas do fluido (GOMES; PENNA, 2009).

Pode-se dizer que o comportamento da bebida láctea em relação às características reológicas teve influência dos ingredientes não lácteos adicionados, especialmente pela adição de estabilizante ao produto para se evitar a sinérese. Teles e Flôres (2007), obtiveram um aumento da viscosidade de iogurte natural desnatado com adição de gelatina, goma guar, goma xantana e leite em pó desnatado.

Figura 2 – Reogramas da bebida láctea fermentada sabor café obtido a partir da relação entre taxa e tensão de cisalhamento durante o armazenamento, curvas ascendentes (A) e curvas descendentes (B)



Fonte: Dos autores (2012)

Conclusões

A bebida láctea pode ser um veículo para a ingestão de probióticos. A análise dos resultados demonstrou que o produto manteve número de células viáveis para *B. animalis* até o 21º dia e para o *L. acidophilus* a bebida láctea fermentada sabor café permaneceu com número de células viáveis durante todo o período do estudo. Em relação ao comportamento reológico houve diferença significativa ao longo do tempo de armazenamento e a bebida apresentou um comportamento de fluido não newtoniano, com características de pseudoplasticidade.

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 ago. 2005, Seção 1, p. 7.
- CALDEIRA, L. A. *et al.* Desenvolvimento de bebida láctea sabor morango utilizando diferentes níveis de iogurte e soro lácteo obtidos com leite de búfala. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2193-2198, 2010.
- CUNHA, T. M. *et al.* Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. **Ciências Agrárias**, Terezina, v. 29, n. 1, p. 103 – 116, 2008.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/ WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for the evaluation of probiotics in food**. London, 2002.
- GOMES, R.G.; PENNA, A. L.B. Características reológicas e sensoriais de bebidas lácteas funcionais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 629 – 646, 2009.
- SAAD, S. M. I. *et al.* Probióticos e prebióticos em alimentos: aspectos tecnológicos, legislação e segurança no uso. In: SAAD, S. M. I. CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. (Org.). **Probióticos e prébióticos em alimentos, fundamentos e aplicações tecnológicas**. São Paulo: Varela, 2011. p. 23–49.
- SANTOS, C.T. *et al.* Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.1, p.55-60, 2008.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 2010. 317 p.
- SINGH, K. *et al.* Probiotics: a review. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, Beijing, v. 1, n. 2, p. 287–290, 2011.
- STANTON, C. *et al.* Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 16, n. 196-203, 2005.
- TEBALDI, V. M. R. **Elaboração de bebida láctica de soro de ricota e extrato hidrossolúvel de soja**. 2005. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- TELES, C. D.; FLÔRES, S. H. Influência da adição de espessantes e leite em pó nas características reológicas do iogurte desnatado. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 247 – 256, 2007.
- VINDEROLA, C. G.; BAILO, N.; REINHEIMER, J. A. Survival of probiotic in Argentina yogurts during refrigerate storage. **Food Research International**, Barking, v. 33, n. 2, p. 97-102, 2000.
- VINDEROLA, C. G. *et al.* Influence of compounds associated with fermented dairy products on the growth of lactic acid starter and probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, Barking, v. 12, p. 579–589, 2002.
- VINDEROLA, C. G.; REINHEIMER, J. A. Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. **International Dairy Journal**, Barking, v. 9, p. 497–505, 1999.

Capítulo 44

Diagnóstico do processo de fabricação do queijo artesanal produzido da Serra Geral, no norte de Minas Gerais

Fabio Ribeiro dos Santos*¹; Lorena Katheryne Vieira Saraiva²; Kely Tatianne Costa Santana¹; Thinara Freittas de Oliveira¹, Ana Clarissa dos Santos Pires³, Maximiliano Soares Pinto⁴

Resumo

Recentemente, a região da Serra Geral em Minas Gerais foi reconhecida como produtora de queijo artesanal, contudo, ainda se desconhece a existência de um padrão de produção do queijo nessa região. Objetivou-se com este trabalho identificar o processo de fabricação do queijo artesanal produzido na região da Serra Geral, avaliando a existência de um padrão de produção e possibilidade de legalização das queijarias. Realizaram-se entrevistas *in loco* em 28 unidades produtoras da região. Os resultados apontam que 69,56%, 21,73% e 8,69% das unidades produtoras de queijo apresentam condições higiênicas do local de processamento como boa, média e ruim, respectivamente. Das 28 unidades produtoras, 50,00% faz o acondicionamento do lixo em depósitos com tampa com acionamento automático e 72,00% não fazem nenhum tratamento de água. 92,00% dos entrevistados disseram que o rebanho leiteiro é vacinado periodicamente e apenas 28,00% relataram a vacinação contra febre aftosa, raiva e brucelose. Os queijos são embalados em sacos de polietileno, sem identificação e rotulagem, e acondicionados em refrigeradores horizontais, para serem vendidos. É notória a falta de padronização dos queijos e descumprimento das legislações em relação à produção. Desde modo, atualmente, não há possibilidade de legalizar o queijo artesanal da região da Serra Geral.

Palavras-chave: Certificação. Padronização. Qualidade. Queijaria.

Introdução

Considera-se queijo artesanal o produto produzido com leite integral, fresco e cru, em propriedade que mantenha atividade de pecuária leiteira (MINAS GERAIS, 2012). Segundo Menezes

¹ Graduando em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Mestre (a) em Produção Animal, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Professor Associado do Departamento de Tecnologia de Alimentos Universidade Federal de Viçosa

⁴ Professor Associado do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais

*Autor para correspondência: fabiords2009@gmail.com

(2011), a produção de queijo artesanal tem uma grande relevância social, econômica e cultural e constitui a principal fonte de renda das famílias inseridas nessa atividade.

A primeira lei em relação ao queijo artesanal no estado de Minas Gerais foi reconhecida, Lei estadual de nº 14.185, que dispôs sobre o processo de produção do queijo Minas Artesanal (QMA) no ano de 2002, sendo esta revogada pelo art. 28 da Lei nº 20.549, de 18 de dezembro de 2012. Nela foi abordada a definição, identificação, processo de fabricação, qualidade e adequação para o consumo e normas para cadastramento e certificação das queijarias produtoras de queijo Minas Artesanal.

O maior entrave para certificação e legalização da produção de queijo artesanal no país está associado com a preservação da identidade do produto e adequação quanto aos quesitos exigidos nas legislações. Esses fatores impossibilitam o reconhecimento, a fabricação e comercialização do produto pelos pequenos produtores (SILVA, *et al.*, 2011). É extremamente importante a busca por alternativas para obter um produto padronizado com segurança microbiológica e boa qualidade, no propósito de agregar valor ao queijo artesanal e acrescer a sua comercialização (MAGALHÃES *et al.*, 2009).

Atualmente existem onze regiões produtoras de queijo artesanal reconhecidas pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) em Minas Gerais. Com a publicação da Portaria nº 1.825 de 19 de junho de 2018 que foi devidamente reconhecida como produtora de queijo artesanal na região da Serra Geral no estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2018). O desconhecimento da existência de um padrão de produção desses queijos é existente para os produtores de queijo artesanal nessa região. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é identificar o processo de fabricação do queijo produzido na região da Serra Geral, no norte de Minas Gerais, avaliando a existência de um padrão de produção e a possibilidade de legalização.

Material e métodos

O diagnóstico do processo e condições de processamento do queijo artesanal produzido na região da Serra Geral, norte de Minas Gerais, foi realizado em 28 unidades produtoras de queijo artesanal que compõem a região, no mês de setembro de 2017, por meio de visitas e entrevista estruturada conforme de Pinto *et al.* (2009), acrescido de tópicos que foram considerados pertinentes no momento da realização dos questionários. As visitas possibilitaram a verificação *in loco* e juntamente com a aplicação de questionário obteve-se a coleta de informações a respeito do local de processamento de queijo, acondicionamento e destino do lixo, água de abastecimento, criação de animais e destino do soro, embalagem e rastreamento.

Os dados obtidos foram tabulados e transferidos para planilhas eletrônicas, Excel® versão 2010, os resultados foram expressos em porcentagem e utilizou-se estatística descritiva. O trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa pelo portal Plataforma Brasil e aprovado para execução da pesquisa sob parecer 68252817.4.0000.5149. Assinaram por escrito no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido todos os interessados e entrevistados que concordaram participar da pesquisa.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos foram organizados em tópicos, descritos a seguir, quanto o local de processamento do queijo, acondicionamento e destino do lixo, água de abastecimento, criação de animais e destino do soro, acondicionamento, embalagem dos queijos e rastreamento.

Local de processamento do queijo

Todas as unidades produtoras de queijo possuem instalação própria dentro da propriedade rural. Em 57,00 e 32,00% das unidades produtoras visitadas foi observado durante a aplicação do questionário, focos de insalubridade na queijaria e nas adjacências, respectivamente. Constatou-se a presença de moscas em 21,43% e de galinhas em 10,71% das unidades produtoras. Toda queijaria deve ficar distante de fontes produtoras de mau cheiro e deve-se também impedir a entrada de animais em todos os lugares que façam parte das etapas de produção (MINAS GERAIS, 2012), uma vez que focos de insalubridade e presença de animais domésticos e pragas são fatores que devem ser controlados, pois podem comprometer a segurança do produto.

O tipo de material que compõe a estrutura física das queijarias está descrito na Tabela 1, por meio da qual pode nota-se que as estruturas dos pisos e paredes foram elaboradas em sua maioria com material satisfatório.

Segundo a Portaria nº518 do IMA (MINAS GERAIS, 2002a), que “Dispõe sobre requisitos básicos das instalações, materiais e equipamentos para a fabricação do queijo Minas Artesanal”, o pé-direito da queijaria deve ser adequado aos trabalhos, com cobertura de estrutura metálica, calhetão ou laje e caso seja de outro material, deve-se usar forro de plástico rígido. Diante disso foi constatado que as queijarias que possuíam cobertura composta de madeira e telhas de cerâmica não estavam adequadas à legislação vigente. A falta de telas nas portas e janelas também faz com que a unidade de produção esteja susceptível a entrada de pragas que podem ser veículos de contaminação dos queijos.

Tabela 1 - Características físicas das construções de fabricação do queijo artesanal da Serra Geral

Local	Material					
	Cerâmica	Cimento	Telha Metálica	Madeira/ Telha cerâmica	PVC	Outro
Piso	96,43%	3,57%	-	-	-	-
Parede	96,43%	3,57%	-	-	-	-
Cobertura	-	25,00%	7,14%	35,71%	28,57%	3,57%

Fonte: Dos autores, 2019.

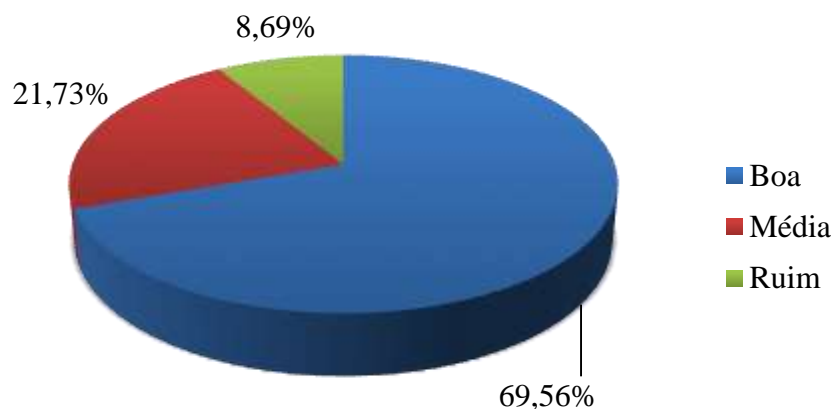
Legenda: PVC: policloreto de vinila. O símbolo '-' indica que o local não foi elaborado com dado material.

Observou-se durante a aplicação do questionário, que em 60,71% das queijarias as portas e janelas encontram-se em bom estado de conservação e em 57,14% não possuíam tela de proteção contra pragas. Em relação à iluminação, apenas uma queijaria não dispunha de iluminação artificial (energia elétrica), utilizando apenas de iluminação natural. A ventilação é adequada em apenas 57,14% das queijarias. As condições higiênicas do local de processamento dos queijos estão representadas na Figura 1.

Em relação às condições higiênicas das queijarias, foi observado durante a aplicação do questionário que ainda há muito que ser melhorado para chegar ao nível adequado, situação que pode ser resolvida se eliminar principalmente o acúmulo de soro no piso, de utensílios sujos e sem armazenamento, a presença de animais e insetos e pela implantação de Boas Práticas de Fabricação (BPF) sendo estas essenciais, não apenas com a finalidade de cumprir a legislação, mas, principalmente, garantir o fornecimento de alimentos seguros (PINTO *et al.*, 2009; TEODORO *et al.*, 2007).

Foi constatado que em apenas 17,85% das queijarias possui entrada sanitária, dispondo de pia, lava-botas, detergente para mãos e papel toalha. Sabe-se que a presença dessa dependência devidamente instalada na entrada da área de produção e sua utilização pelos manipuladores, é uma maneira de reduzir o risco de contaminação do produto fabricado (VINHA, *et al.*, 2016).

Figura 1 - Percentual das condições higiênicas do local de processamento do queijo artesanal da Serra Geral-MG



Fonte: Dos autores, 2019.

Acondicionamento e destino no lixo

Das 28 unidades produtoras, 50,00% faz o acondicionamento do lixo em depósitos com tampa com acionamento automático. O acondicionamento do lixo de forma incorreta pode atrair pragas, contaminando a unidade de produção e conseqüentemente o produto final. Em relação ao destino dos resíduos sólidos, 71,43% fazem a queima do lixo na propriedade e nas outras, 28,57%, o lixo é recolhido por coleta pública.

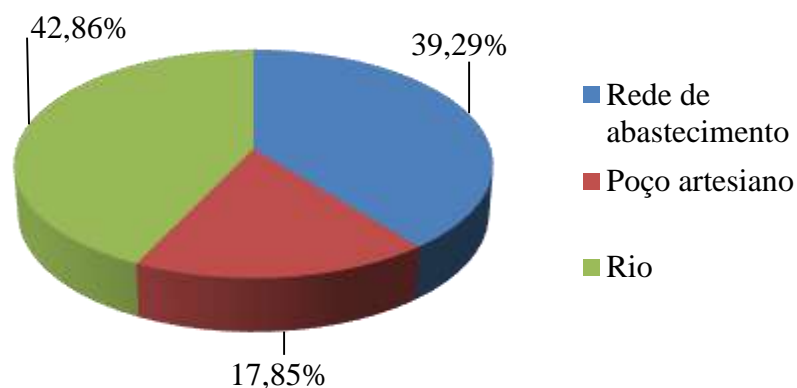
Água de abastecimento

A procedência da água utilizada pelas unidades produtoras está descrita na Figura 2. Observou-se que 72,00% das propriedades não fazem nenhum tratamento na água. Os 29,00% que realizam, utilizam de dosadores automáticos de cloro nas caixas d'água. Em estudo feito por Oliveira (2011) com produtores de queijo artesanal na cidade de São João del-Rei, apenas 4,00% das queijarias utilizavam o processo de cloração para a água de abastecimento. Em relação ao armazenamento da água, 75,00% utilizam caixas d'água de polietileno, uma propriedade utiliza tanque de cimento, todos dispendo de tampa e sem presença aparente de rachaduras, 21,43% não possuem reservatório de água.

Água de má qualidade pode acarretar problemas microbiológicos para o processamento de produtos lácteos, dificultando sua qualidade higiênico-sanitária, pois a água pode ser um agente de

veiculação de microrganismos, causando transtornos à saúde dos consumidores e perdas econômicas (OLIVEIRA, 2011).

Figura 2 - Procedência da água utilizada pelas unidades produtoras de queijo artesanal da Serra Geral – MG



Fonte: Dos autores, 2019.

Segundo a Lei nº 20.549 de 2012, a água das unidades produtoras de queijo artesanal deve ser potável, poderá provir de nascente, cisterna revestida e protegida do meio externo ou de poço artesiano, ser canalizada desde a fonte até a caixa d'água da queijaria, tratada por sistema de filtração e cloração e acondicionada em caixa d'água tampada, construída com material sanitariamente adequado (MINAS GERAIS, 2012). Constata-se então que nenhuma das propriedades visitadas cumpre com os requisitos vigentes em relação à água utilizada na produção.

Criação de animais e destino do soro

A maioria dos entrevistados, 92,00% disseram que o rebanho leiteiro é vacinado periodicamente, porém 50% não soube responder quais vacinas são aplicadas e apenas 28,00% relatou a vacinação do rebanho contra febre aftosa, raiva e brucelose. Vacinação contra febre aftosa, raiva e brucelose é de caráter obrigatório em propriedades produtoras de QMA (MINAS GERAIS, 2002b).

Todo o soro resultante do processo de fabricação dos queijos é utilizado para alimentação animal.

Acondicionamento, Embalagem dos queijos e rastreamento

O acondicionamento final dos queijos é feito em refrigeradores horizontais, onde os mesmos são resfriados. Há variação de quantidade de dias em que os queijos ficam armazenados sob refrigeração, dependendo da procura para compra desses queijos.

Em relação à embalagem dos queijos produzidos na região da Serra Geral, todos são embalados em sacos de polietileno, sem identificação e rotulagem, para serem vendidos e não existe rastreabilidade dos mesmos.

Conclusão

A falta de recurso financeiro e o desconhecimento do que deve ser feito são os principais entraves para os produtores de queijo da região da Serra Geral - MG se adequarem à legislação vigente. Nota-se uma falta de padronização dos queijos e o descumprimento com os requisitos mínimos em relação ao local de processamento de queijo, acondicionamento e destino do lixo, água de abastecimento, criação de animais e destino do soro, embalagem e rastreamento. Atualmente, não há possibilidade de legalizar o queijo artesanal da região da Serra Geral. Sendo assim, torna-se importante realização de estudos para investigar a qualidade e segurança dos mesmos para o consumo e investimentos em treinamentos para os produtores adquirirem conhecimento das exigências necessárias para padronização do Queijo Minas Artesanal.

Referências

MAGALHÃES, F. A. R. *et al.* Avaliação da viabilidade técnica do emprego de resina para tratamento da casca de queijos artesanais da Canastra. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 370, p. 39-43, 2009.

MENEZES, S. S. M. Queijo de coalho: tradição cultural e estratégia de reprodução social na região Nordeste. **Revista de Geografia**, v. 28, n. 1, p. 40-56, 2011.

MINAS GERAIS (2002a). Portaria nº 518, de 14 de junho de 2002. Dispõe sobre requisitos básicos das instalações, materiais e equipamentos para a fabricação do queijo minas artesanal. **Diário do executivo**. Belo Horizonte, 14 de jun. de 2002.

MINAS GERAIS (2002b). Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria nº 517, de 14 de junho de 2002. Estabelece normas de defesa sanitária para rebanhos fornecedores de leite para produção de queijo Minas artesanal. **Diário do executivo**. Belo Horizonte, 14 jun. 2002.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. Lei nº 20.549, de 18 de dezembro de 2012. Dispõe sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais de Minas Gerais. **Diário do Executivo**. Belo Horizonte, 19 dez. 2012.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria nº 1825 de 19 de junho de 2018. Identifica a região da Serra Geral do Norte de Minas como produtora de queijo artesanal. **Palácio da Liberdade**, Belo Horizonte, 19 de jun. de 2018.

OLIVEIRA, V. J. **Da qualidade e organização da produção ao reconhecimento de região produtora de Queijo Minas Artesanal: análise da experiência dos produtores da região de São João Del Rei e seu entorno**. 2011. 198 f. Tese (Doutorado em Ciência dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

PINTO, M. S., FERREIRA, C.L.L.F., MARTINS, J.M., TEODORO, V.A.M, PIRES, A.C.S., FONTES, L.B.A., VARGAS, P.I.R. Segurança alimentar do queijo Minas Artesanal Do Serro, Minas Gerais, em função da adoção de boas práticas de fabricação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, out./dez. 2009.

SILVA, J.G., ABREU, L.R., MAGALHÃES, F.A.R., PICCOLI, R.H., FERREIRA, E.B. Características físico-químicas do queijo Minas Artesanal da Canastra. **Revista do Instituto. Laticínios “Cândido Tostes”**, Mai/Jun, 2011.

TEODORO, V. A. M.; SILVA, J. F.; PINTO, M. S. A. Evolução da legislação no setor de lácteos no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 238, p. 14-21, 2007.

VINHA, M.B., PINTO, C.L.O., VANETTI, M.C.D., SOUZA, M.R.M., CHAVES, J.B.P. Qualidade de queijos minas frescal produzidos e comercializados informalmente em agroindústrias familiares. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.6, n.4, p.51-60, Dez, 2016.

Capítulo 45

Desenvolvimento e caracterização físico-química de iogurte concentrado “tipo grego” com creme e sem creme produzidos a partir de leite bubalino

Crislene Lima Monteiro*¹; Bianca dos Santos Pinto ¹; Priscilla Diniz Lima da Silva Bernardino ²;
Weisser Felipe Cândido de Souza ³; Fabíola Fonseca Ângelo ⁴;

Resumo

A bubalinocultura está aumentando consideravelmente em várias partes do país. A composição do leite de búfala diferente da encontrada para o leite bovino e tem se destacado como alternativa para a produção de derivados lácteos. Sua composição mais rica em sólidos totais favorece a produção, uma vez que apresenta maior rendimento. A produção de iogurte a partir de leite bubalino torna-se, portanto, uma alternativa para a utilização deste leite pela indústria. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver iogurte concentrado “tipo grego” com creme e sem creme a partir de leite de búfala padronizado em 2% e avaliar suas características físico-químicas. A curva de acidificação também foi avaliada durante a fabricação dos produtos. Antes da fabricação, análises físico-químicas do leite bubalino integral e padronizado em 2% também foram realizadas. Os resultados demonstraram que as análises físico químicas para o leite de búfala integral e para o leite de búfala padronizado em 2% estavam de acordo com a legislação, embora o leite de búfala integral tenha apresentado valores físico-químicos mais elevados que o leite de búfala padronizado em 2%. Além disso, verificou-se que os valores de umidade e proteínas dos iogurtes “tipo grego” com e sem adição de creme diferiram estaticamente.

Palavras-chave: Búfala. Qualidade. Rendimento.

Introdução

A criação de búfalos no mundo aumentou cerca de 90% entre os anos de 1960 e 2000. De acordo com a Organização das nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO, em 2014 o

¹Graduanda do curso de Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA.

² Professora Adjunto IV, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal da Paraíba-UFPB e Instituto da Saúde e Produção Animal, Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA.

³ Aluno de Doutorado, Ciência de Alimentos, Universidade de Campinas-UNICAMP.

⁴ Professora do curso de Medicina Veterinária, Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Juiz de Fora-UFJF.

rebanho mundial de bubalinos era de cerca de 200 milhões de cabeças, com destaque para a Índia, Paquistão, China, Bangladesh e Egito, com participação de 56,57%, 17,77%, 12,00%, 7,49% e 2,03%, respectivamente. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no Brasil há um rebanho bubalino de aproximadamente 1.350.000 animais (BRASIL, 2017), o que representa 0,68% do rebanho mundial. A bubalinocultura está em pleno crescimento no Brasil, destacando-se a Região Norte, que segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é a região de maior concentração do rebanho (67,8%), tendo o Estado do Pará, o estado de maior importância, representando 42% do rebanho nacional.

O leite bubalino apresenta composição que difere dos padrões bovinos. Comparado ao leite de vaca, o leite de búfala apresenta sabor diferenciado, devido ao seu conteúdo mais elevado em gordura, proteína, lactose, matéria seca total, vitaminas e minerais. Essa característica possibilita a produção de derivados lácteos que não só agradam ao paladar do consumidor, mas que também traz benefícios à indústria, uma vez que são produtos de maior rendimento (ROCHA *et al.* 2004; TEIXEIRA *et al.*, 2005). Dentre esses produtos, o iogurte “tipo grego”, que vem se destacando como alternativa saudável para grande parte dos consumidores (MORAES; BOLLINI, 2010).

O iogurte concentrado “tipo grego” se destaca dos demais devido às suas características nutricionais. Rico em vitaminas e minerais apresenta uma textura bastante cremosa quando comparado ao iogurte tradicional (TEIXEIRA *et al.*, 2005; LANGSDORFF, 2012).

O interesse por produtos alimentícios saudáveis e de grande aproveitamento, tem crescido mundialmente, o que resulta em diversos estudos na área de produtos lácteos e isto vem sendo ditada pelas forças do mercado e da demanda do consumidor (MAGALHÃES *et al.*, 2018). Dessa maneira, a utilização de leite bubalino unido às características do iogurte grego gera um produto de consistência firme que apresenta todas as características sensoriais que o mercado exige. Entretanto, poucos são os estudos que caracterizam esse produto, principalmente o iogurte “tipo grego” do leite bubalino. Isto se deve por ser um produto relativamente novo no mercado lácteo brasileiro, necessitando de padronização de legislações, como um Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) específico deste produto, como também uma legislação própria para caracterização dos padrões físico-químicos para o leite bubalino. Inclusive na formulação de iogurte grego para leite bovino existe a etapa de adição de creme e sólidos, o que para o leite bubalino não seria necessário, segundo sua composição físico-químicos. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e caracterizar, quanto aos aspectos físico-químicos, o leite de búfala e o iogurte concentrado “tipo grego” elaborado com leite de búfala com formulações que variaram quanto às concentrações de creme (sem adição e com adição).

Material e métodos

O leite utilizado nesse estudo foi oriundo de fêmeas bubalinas das raças Murrah e Mediterrâneo e obtido por meio de ordenha mecânica em condições higiênicas adequadas. Após a coleta, foi imediatamente mantido refrigerado com o uso de caixa isotérmica, visando a maior conservação de suas características, de acordo com o preconizado pela Instrução Normativa nº 62 (BRASIL, 2011). Após a chegada do leite ao laboratório, o mesmo foi dividido em duas porções e cada uma seguiu para laboratórios distintos para as análises pertinentes.

O leite bubalino integral passou por um processo de padronização de gordura em 2%, por meio do desnate, utilizando-se uma desnatadeira 009 gr: para desnatar leite e soro de queijo, construída em aço inox 304 com acabamento sanitaria, motor monofásico 1/4cv, 110/220 da empresa: casa das desnatadeiras. Para a realização dos testes físico-químicos do leite bubalino integral e padronizado em 2% utilizou-se o aparelho Ekomilk. Nele foram realizadas as seguintes análises: densidade e percentuais de gordura, proteína, lactose e extrato seco desengordurado. O aparelho foi calibrado previamente para leitura de leite bovino e leite bubalino e as análises realizadas conforme instruções do fabricante.

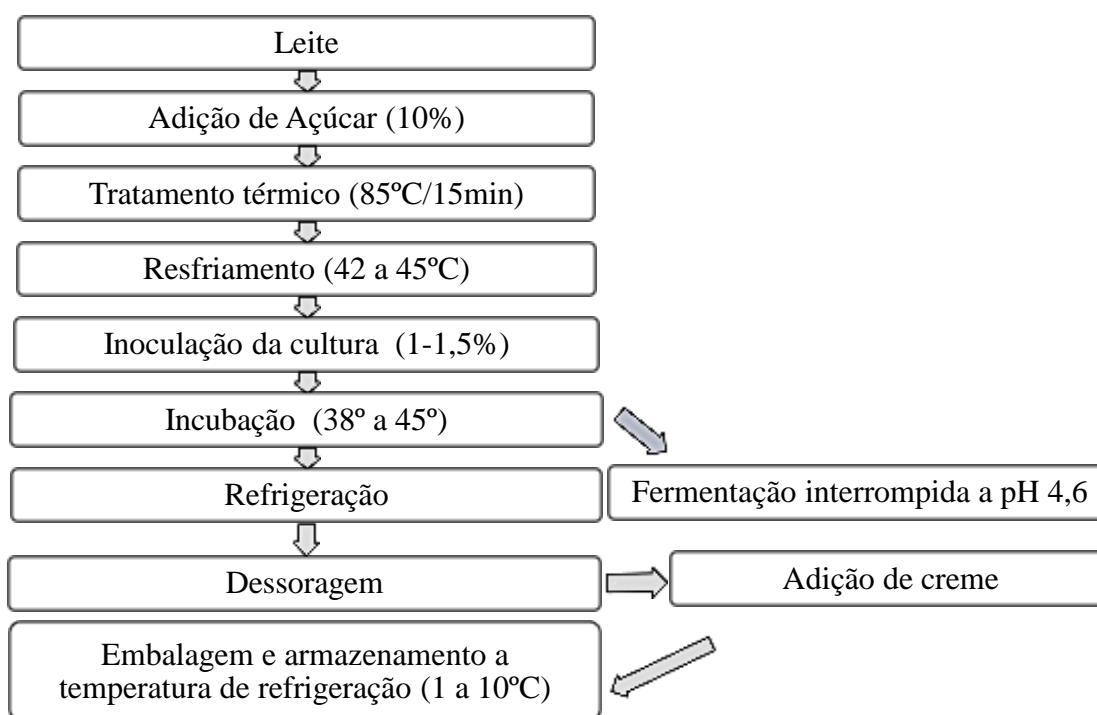
Testes físico-químicos adicionais foram realizados para o leite padronizado em 2% e incluíram pH, acidez em °D e acidez expressa em ácido láctico/g (BRASIL, 2017).

O Fluxograma de elaboração do produto foi realizado conforme Figura 1. Ao leite padronizado em 2%, adicionou-se 10% de açúcar refinado, o qual passou por uma filtragem para retirada de impurezas e realizada na mistura um tratamento térmico a 85°C por um período de 15 minutos, para a eliminação de micro-organismos patogênicos e deteriorantes, além de promover a desnaturação das proteínas do soro que reduz a contração do coágulo da caseína do iogurte, diminuindo, conseqüentemente, a sinerese. Este binômio tempo/ temperatura estimula o início do crescimento da cultura láctica por redução do conteúdo de oxigênio do leite, que influencia sobre o aumento da viscosidade do iogurte e obtenção de uma boa textura (TAMIME and ROBINSON'S, 2007). Em seguida, o leite passou pelo processo de resfriamento à temperatura de 42°C, visando alcançar a temperatura ideal para o desenvolvimento e multiplicação das bactérias utilizadas para fermentar o leite. Após a adição da cultura Rica Nata YR03 (na concentração de 1,5%), o leite foi mantido a temperatura de 45°C em banho-maria até atingir pH = 4,6, o qual foi interrompida a fermentação. Em seguida foi verificado o teor de acidez titulável de 0,6 g em ácido láctico/100g e 51°D, comprovando que esta interrupção da fermentação estava em de acordo com a IN nº 46 de 23

de outubro de 2007 (BRASIL, 2007), que determina que esse é o teor de acidez ideal para leites fermentados, estes parâmetros foram utilizados para a análise da curva de acidificação. O iogurte concentrado fermentado foi refrigerado por 12 horas e dessorado em tecido morim branco (previamente higienizado com solução clorada e esterilizado em autoclave por 30 minutos). Após a dessoragem, a massa foi dividida em partes iguais para diferenciação dos tratamentos: sem adição de creme de leite bubalino e com a adição de creme de leite bubalino (10%), estes tratamentos foram determinados pelos autores para a realização de testes, segundo as características do leite bubalino. Em seguida as amostras foram armazenadas em embalagens de polietileno.

As análises físico-químicas, dos iogurtes “tipo grego” sem creme e com creme, adotadas, foram aquelas descritas por Brasil (2017) e incluíram as análises de umidade, cinzas, proteínas. Os dados foram avaliados estatisticamente por meio de Teste de Tukey ao nível de erro de 5% para comparação das médias de três repetições.

Figura 1 - Fluxograma de produção do iogurte concentrado “tipo grego” com e sem creme.



Fonte: Dos autores, 2019.

Resultados e discussão

Devido à ausência de legislação brasileira destinada ao leite bubalino, a fins de comparação, utilizaram-se os parâmetros da Legislação para leites bubalinos da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA) (SAA, 1994) e os parâmetros para leite bovino (BRASIL, 2011).

A Tabela 1 representa os resultados físico-químicos obtidos para as amostras de leite de búfala integral e leite de búfala padronizado em 2% de gordura.

Tabela 1 – Resultado das provas físico-químicas do leite bubalino integral e padronizado em 2% de gordura

Determinação	Leite bubalino integral	Leite bubalino padronizado em 2% de gordura	Brasil (2011)	SAA (1994)
Gordura (%)	5,64	2,61	0,6 a 2,9	-
ESD (%)	11,01	12,01	min 8,4	-
Densidade (g/mL)	1033	1034	1,028 a 1,033	1,028 a 1,034
Proteína (%)	4,57	4,92	Min. 2,9	-
Lactose (%)	5,68	6,29	-	-
pH	-	6,86	6,40 a 6,90	6,40 a 6,90
Acidez em °D	-	16	14 a 23	15-20
Acidez expressa em ácido láctico (g/mL)	-	0,17	0,14 a 0,18	-

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: SAA: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo

Os resultados encontrados nas análises físico-químicas do leite bubalino integral e padronizado em 2% estão de acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2011). A análise de leite bubalino integral demonstrou um elevado teor de gordura, o que confirma o alto potencial deste produto para a fabricação de vários derivados lácteos, já que sugere um maior rendimento. O resultado do teor de gordura encontrado para o leite integral (5,64%) está de acordo com o encontrado por

outros autores na literatura (NEVES, 2002). Além disso, no presente trabalho é possível identificar uma mudança nos valores dos resultados físico-químicos obtidos após a padronização do leite bubalino. Segundo Costa Pignata (2014), a alteração no teor de gordura altera também os teores de sólidos totais, modificando com isso, sua composição. Quanto aos valores encontrados para a lactose, embora outros autores tenham obtido valores diferentes aos do presente trabalho, essa diferença pode ser explicada pela diferença na quantidade de leite produzido (AMARAL *et al.*, 2005). Em trabalho realizado por Venturoso *et al.* (2007) ele realiza uma correlação entre os métodos oficiais e o ultra som, e determina em seus resultados da análise físico-química de alguns produtos lácteos que estas metodologias são comparáveis e recomenda se que conforme a amostra em análise, um perfil de análise do aparelho deve ser ajustado, como foi realizado neste experimento, calibrando e periodicamente realizando as análises em metodologia tradicional, para uma melhor confiabilidade.

Os valores de pH, acidez em °D e densidade, encontram-se dentro do recomendado pela SAA, entretanto, não é mencionado valores de acidez expressa em ácido láctico. Este se encontra dentro do recomendado pela Legislação brasileira para leite (BRASIL, 2011).

A curva de acidificação foi interrompida quando o pH atingiu valor de 4,6 e isso ocorreu com 570 minutos de fermentação. Esse tempo, pode não prejudicar as características sensoriais do produto, uma vez que, o ácido láctico é o principal produto da fermentação e confere ao iogurte seus atributos essenciais.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados para a caracterização físico-química das formulações de iogurte grego com os dois tratamentos (com creme e sem creme).

Tabela 2 – Características físico-químicas do iogurte concentrado “tipo grego” elaborado a partir de leite bubalino utilizando-se dois tratamentos (com creme e sem cerme)

Análises	Iogurte concentrado “tipo grego”	Iogurte concentrado “tipo grego”
	com creme	sem creme
Umidade (%)	73,49 ^a ±0,44	77,96 ^b ±0,22
Cinzas (%)	0,67 ^a ±0,02	0,52 ^a ±0,23
Proteínas (%)	8,83 ^b ±0,15	6,75 ^a ±0,06

*Letras diferentes na mesma linha, mostra que existe diferença estatística ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. Média seguida de desvio padrão. n=3

O teor de umidade encontrado para os iogurtes concentrados “tipo grego” com e sem creme, diferiram ente si e também foram diferentes ao citados na literatura (Modesto *et al.*, 2016). Essa

diferença pode ser em decorrência aos diferentes perfis físico-químicos de cada produto, o que afeta a estabilidade e toda a composição.

Não houve diferença estática quanto ao teor de cinzas para os dois tipos de iogurte. O teor de cinzas são resíduos inorgânicos representados por sais minerais após a queima da matéria orgânica e varia de 0,1 a 15% de acordo com as condições que se encontra. O teor de cinzas não é mencionado na legislação brasileira.

Houve diferença estatística quanto ao teor de proteína entre os tratamentos estudados. O teor de proteína para o iogurte concentrado “tipo grego” com creme foi maior do que para o iogurte concentrado “tipo grego” sem creme. O creme adicionado influencia na textura do iogurte grego, adicionando ou evidenciando alguns parâmetros físicos e sensoriais, tais como: gomosidade, firmeza e adesividade (RAMOS *et al.*, 2009) e este teor de proteína a mais evidenciado na amostra participa fortemente da firmeza do gel, afetando a microestrutura e a reologia do produto, impactando na percepção sensorial do consumidor (SODINI *et al.*, 2004). Em nível de comparação com o estabelecido pela Instrução Normativa nº 46 (BRASIL, 2007), os resultados para os dois produtos estavam de acordo com a legislação brasileira.

Conclusão

O leite de búfala utilizado como matéria prima para elaboração de iogurtes concentrados “tipo grego” apresentou características físico-químicas de acordo com as estabelecidas pela legislação. Os iogurtes concentrados “tipo grego” produzidos a partir de leite de búfala com creme e sem creme apresentaram valores de umidade e proteínas diferentes entre si e valores de teor de cinzas estatisticamente iguais.

Agradecimentos

Ao CNPq e a UFRA pelo apoio a pesquisa através da bolsa de Iniciação Científica. E a Embrapa Amazônia Oriental pela doação de todo leite utilizado no experimento.

Referências

- AMARAL, F. R. *et al.* Qualidade do leite de búfalas: composição. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.29, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Instrução Normativa nº46. Diário Oficial da União, 23 de outubro de 2007. Brasília: Ministério da Agricultura, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, de Leite Cru Refrigerado, Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte. Instrução Normativa nº 62/2011. Diário Oficial da União, 23 de outubro de 2007. Brasília, 29 de Dezembro de 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Manual de Métodos Oficiais para análise de alimentos de origem animal / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: MAPA, 2017.
- COSTA PIGNATA, M. *et al.* Estudo comparativo da composição química, ácidos graxos e colesterol de leites de búfala e vaca. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, oct./dic., 2014. Universidade Federal Rural do Semi-Árido Mossoró, Brasil. 2014.
- LANGSDORFF, J. Gregos tiram iogurtes da mesmice. *Jornal Meio & Mensagem*, 10 de setembro de 2012. Disponível em: . Acesso em: 09 mar. 2017
- MAGALHÃES, A., GONÇALVES, A. C. Composição química e análise sensorial do iogurte grego comercializado no sul do estado de Minas Gerais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 73, n. 1, p. 10-18, jan/mar, 2018
- MODESTO, J. N. E. *et al.* Elaboração de iogurte grego de leite de búfala e influência da adição de calda de ginja (*eugenia uniflora* L.) no teor de ácido ascórbico e antocianinas do produto. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 71, n. 3, p. 131-143, jul/set, 2016.
- MORAES, P. C. B. T.; BOLLINI, H. M. A. Perfil sensorial de iogurtes comerciais sabor morango nas versões tradicional e light. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 13, n. 2, p. 112-119, 2010.
- NEVES, E.C. 2002. A RECENT PROGRESS CONCERNING BUFFDALO MILK TECHNOLOGY IN Amazon-Brasil. *In: Buffalo Symposium of Americas*, 1. *Anais...* Belém. P. 321-3216. 2002.
- RAMOS, T. de M. *et al.* Perfil de textura de Labneh (iogurte Grego). *Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 64, n. 369, p. 8-12, 2009.
- ROCHA, C.; SIQUEIRA, D. I. M.; COBUCCI, A. M. R.; SILVA, D. F.; PEIXOTO, L. K.; SANTANA, G. V. L.; Iogurte de leite de búfala sabor frutos do cerrado. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 1, jan./jun. 2004.
- SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Resolução SSA n.24 de 01 de agosto de 1994. Normas técnicas de produção e classificação dos produtos de origem animal, atividades de fiscalização e inspeção dos produtos de origem animal. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/resolucao-saa-03-de-10-01-2008,812.html> . Acesso em: 29 de janeiro de 2019.
- SODINI, I. *et al.* The relative effect of milk base, starter, and process on yogurt texture: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, v. 44, n. 2, p. 113- 137, 2004.
- TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. *YOGHURT: Science and Technology*, 3 ed, pp. 348-534, 2007.
- TEIXEIRA, L.; BASTIANETTO, E.; OLIVEIRA, D. Leite de búfala na indústria de produtos láteos. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.29, n.2, p.96-100, abril/jun. 2005.
- THAMER, K.G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia d Alimentos**, v. 26, n. 3, jul./set. 2006.

VENTUROSO, R. C., ALMEIDA, K. E. de, RODRIGUES, A. M., DAMIN, M. R., OLIVEIRA, M. N. de. Determinação da composição físico-química de produtos lácteos: estudo exploratório de comparação dos resultados obtidos por metodologia oficial e por ultra-som. **Revista Brasileira de Ciência Farmacêuticas**. [online]. vol.43, n.4, pp.607-613, 2007.

Capítulo 46

Elaboração e caracterização de nugget caprino recheado com queijo coalho caprino

Laís Costa Luna¹; Lucielma da Costa Silva¹; José Wellyton Barreiro¹; Anely Maciel de Melo²;
Taliana Kênia Alencar Bezerra³; Cybelle de Oliveira Dantas⁴

Resumo

Os nuggets são ótimas opções para quem procura praticidade e rapidez no preparo de alimentos, sendo crescente a sua demanda, além de poder ser elaborado com carnes de origens diversas, inclusive a caprina. Dessa forma, objetivou-se como este trabalho elaborar e caracterizar o produto inovador nuggets caprinos recheados com queijo coalho caprino. Foram elaborados 3 tratamentos, onde um seria o controle (ausência de queijo) e os outros dois com a presença de queijo coalho caprino adicionados a formulação de formas distintas, conforme descrito no processo de pedido de patente registrado sob número BR102018075915-9. Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas na Universidade Federal da Paraíba – UFPB. A formulação 2 diferiu significativamente das demais formulações nos quesitos umidade e pH; as demais análises físico-químicas não apresentaram diferenças significativas. Todos os quesitos microbiológicos foram considerados dentro do padrão exigido pela RDC 12/2001 da ANVISA. Portanto, os produtos elaborados a partir de carne caprina, com ou sem recheio de queijo coalho caprino, apresentaram-se dentro dos padrões de qualidade, tornando-se uma excelente opção de produto cárneo para o mercado consumidor.

Palavras-chave: Alimentos; Derivado cárneo; Empanado

¹ Estudante do Curso de Bacharelado em Agroindústria, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – DGTA, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Campus III – Bananeiras - PB

² Doutoranda em Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba – PR

³ Docente - Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Campus I – João Pessoa-PB

⁴ Docente - Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial - DGTA, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Campus III – Bananeiras-PB

*Autor para correspondência: laiiscostaluna@gmail.com

Introdução

Considerando-se a evidente busca por alimentos de rápido e fácil preparo, as comunidades industrial e científica vêm investindo no desenvolvimento de novos produtos que atendam aos anseios de praticidade do consumidor. A variedade de produtos cárneos que não demandam muito tempo para o preparo, disponibilizada nas gôndolas de supermercados, tornou-se um atrativo para os consumidores, a exemplo hambúrgueres, almôndegas e empanados tipo nuggets (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

De acordo com Webb (2008) e Coelho (2017), para os consumidores de produtos cárneos, dois atributos essenciais de qualidade são o gosto e o valor nutricional. A carne caprina ganha um destaque maior com relação as outras carnes, pois a mesma apresenta características como, sabor, suculência e maciez que se diferenciam de carnes de outras espécies (DALMÁS *et al.*, 2011). Além disso, a carne caprina apresenta excelentes propriedades nutricionais, que possuem um papel bastante importante para a nutrição humana, como os aminoácidos essenciais, tais como, lisina, treonina, triptofano, baixos teores de gorduras e colesterol e elevado teor de minerais (IVANOVIC *et al.*, 2016).

A elaboração de nugget caprino recheado com queijo coalho caprino é um produto que acompanha o quesito inovação no mercado e favorece o aproveitamento de espécies de baixo valor comercial, como por exemplo, produtos oriundos da caprinocultura, agregando valor aos mesmos (BONACINA; QUEIROZ, 2007)

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo elaborar e caracterizar o nugget caprino recheado com queijo coalho caprino.

Material e métodos

O trabalho foi realizado na Universidade Federal da Paraíba. O nugget foi elaborado no Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Cárneos – PDPC; as análises físico-químicas, no Laboratório de Físico-Química de Alimentos; as análises microbiológica, no Laboratório de Microbiologia de Alimentos; e as análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Desenvolvimento e Elaboração de Novos Produtos do CCHSA, UFPB-Campus III.

Elaboração do Nugget

As matérias-primas utilizadas na elaboração dos nuggets caprino recheados foram adquiridas no comércio local de Bananeiras -Pb ou foram provenientes dos setores de produção da UFPB-Campus III.

Foram elaboradas 3 formulações do produto, sendo a F1 (Controle, sem adição de queijo coalho caprino), F2 (com adição de queijo coalho caprino em pedaços) e a F3 (com adição do queijo coalho caprino ralado na massa). Este produto encontra-se registrado sob o depósito de patente número BR102018075915-9, como produto de inovação.

As formulações utilizadas para a elaboração dos nuggets estão descritas na Tabela 1.

Tabela 4 - Formulações dos nuggets

<i>Ingredientes</i>	<i>F1</i>	<i>F2</i>	<i>F3</i>
Carne caprina	93,9%	73,9%	73,9%
Queijo	0,0%	20,0%	20,0%
Proteína de Soja	3,0%	3,0%	3,0%
Cebola	0,5%	0,5%	0,5%
Alho	0,5%	0,5%	0,5%
Sal	1,5%	1,5%	1,5%
Pimenta preta moída	0,15%	0,15%	0,15%
Orégano	0,31%	0,31%	0,31%
Realçador de sabor	0,14%	0,14%	0,14%
TOTAL	100%	100%	100%

A carne caprina foi moída e os ingredientes foram pesados, conforme fluxograma da Figura 1, seguindo a mistura. A mistura dos ingredientes foi feita manualmente, iniciando pelo sal e seguindo os demais ingredientes. A massa foi moldada e passada na primeira farinha de empanamento, onde foi utilizada a farinha de trigo. Após esse procedimento, foi mergulhada no líquido de empanamento (Tabela 2) e posteriormente na segunda farinha de empanamento na qual foi utilizada a farinha de rosca. Em seguida, utilizando uma fritadeira elétrica, os nuggets foram fritos em uma temperatura de 180°C, retirado o excesso de óleo e embalados em embalagens plásticas de polietileno de baixa densidade, na qual foram seladas e armazenadas em freezer vertical em temperatura de -18°C.

Figura 1 - Fluxograma geral do processamento do nugget caprino recheado com queijo

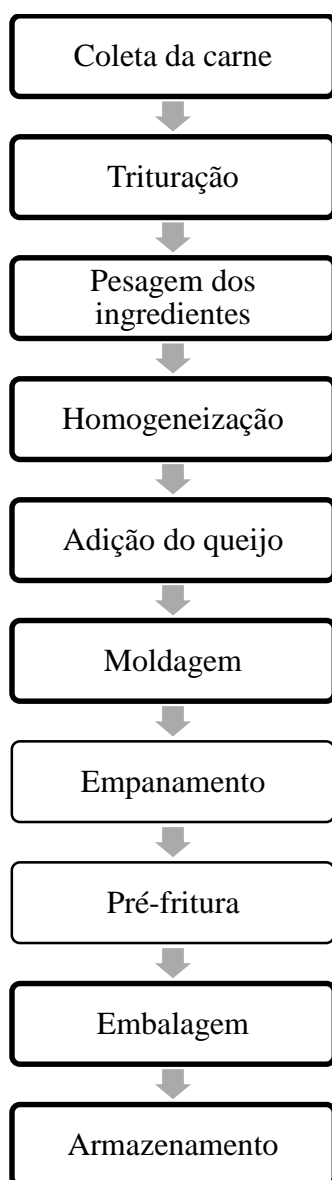


Tabela 5 - Quantidades para elaboração do líquido de empanamento

<i>Ingredientes</i>	<i>%</i>
Água	69,2
Farinha	17,3
Amido	10,4
<i>Sal</i>	1,4
Leite em pó	1,7

Avaliação Físico-Química dos Produtos Elaborados

Para as análises realizadas, os nuggets foram avaliados em 3 tratamentos: F1, F2, F3. Para todas as análises os três tratamentos foram avaliados em triplicata.

Foram feitas análises de acidez titulável, pH, umidade e cinzas, de acordo com metodologia descrita pelo Método Físico-químico para Análise de Alimentos - Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008); lipídios pelo método de Folch *et al.*, (1957). Foram avaliados também padrões de atividade de água (aW).

Avaliação Microbiológica

Para a realização das análises microbiológicas, os 3 tratamentos (F1, F2 e F3) foram avaliados em triplicata. Seguindo a RDC nº12/2001 os parâmetros a serem analisados para nuggets são Coliformes 45°, *Staphylococcus aureus* coagulase positiva, *Salmonella sp*, *Clostridium* sulfito redutor 46°.

Planejamento Estatístico

Foi utilizado como Delineamento Experimental o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 3 tratamentos e três repetições. Os dados referentes as avaliações físico-química e microbiológica foram submetidos a uma análise de variância ao nível de 5% de probabilidade, com comparativo de médias pelo teste de Tukey, utilizando o programa estatístico ASSISTAT versão 7.7.

Resultados e discussão

Os resultados dos parâmetros físico-químicos são apresentados na Tabela 3. A umidade e pH foram as duas únicas variáveis que diferiram entre si, entretanto sem grande alterações. Os resultados de lipídios encontraram-se acima dos observados por Devatkal *et al* (2011), que encontraram 9% de gordura nos nuggets de frango. Além da diferença entre a composição da origem carne do trabalho citado e deste, essa variação maior se dá devido aos nuggets do presente trabalho terem sido submetidos ao tratamento térmico de fritura.

Nazario e Fontana (2014) corroboram em observar que devido ao tratamento térmico de fritura os nuggets de frango conseguem reter um percentual de gordura em torno de 12%. Este também é um fator que colabora para a maciez do produto (PASSOS; KUAYE, 2002).

Tabela 6 - Valores médios para as análises físico-químicas dos nuggets

Trat.	Análises					
	Umidade	Cinzas	Lipídios	pH	Acidez	aW
F1	49.8068±0,1 a	3.0360±0,1 a	17.1614±0,3 a	6.69±0,1 a	0.38±0,1 a	0.96±0,1 a
F2	42.5112±0,8 b	3.5917±0,7 a	16.5836±0,4 a	6.60±0,1 ab	0.38±0,1 a	0.97±0,1 a
F3	50.73892±0,5 a	3.0592±0,1 a	16.3411±0,5 a	6.55±0,1 b	0.35±0,1 a	0.97±0,1 a

Médias ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, aplicado o Teste de Tukey. F1- Controle; F2-nugget caprino adicionado de queijo caprino em pedaços; F3- Nugget caprino adicionado de queijo caprino ralado à massa.

De acordo com a RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (ANVISA,2001), os produtos cárneos do tipo nuggets devem apresentar Coliformes a 45° até 10² NPM/g, ausência de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva, além de ausência de *C. sulfito* redutor e *Salmonella ssp.* Todos os tratamentos elaborados encontraram-se aptos ao consumo devido a estarem dentro do padrão exigido e atendendo aos parâmetros de boas práticas de fabricação. (Tabela 4)

Tabela 4 – Análise microbiológica dos tratamentos dos nuggets

Trat.	Análises			
	<i>Colliformes</i> 45° (NPM/g)	<i>S. aureus</i> cog. Positiva (UFC/g)	<i>C. sulfito</i> a 46° (25g)	<i>Salmonella sp.</i> (25g)
F1	0,3 x 10 ⁻¹	Ausência	Ausência	Ausência
F2	0,3 x 10 ⁻¹	Ausência	Ausência	Ausência
F3	0,3 x 10 ⁻¹	Ausência	Ausência	Ausência

Conclusões

Formas mais alternativas para o consumo de produtos cárneos são sempre uma área a ser explorada, devido a uma alta demanda por praticidade e diminuição de tempo de preparo. Atendendo a essa demanda, a elaboração de um empanado do tipo nugget caprino recheado com queijo caprino

apresentou bons resultados físico-químicos e microbiológicos. Todos os tratamentos foram aprovados, sem uma variação significativa entre eles, podendo ser apresentados com ou sem queijo ou com maneiras diferentes de aplicação do queijo caprino nele, tornando-se uma possibilidade para a valorização, principalmente regional, e alternativa para o consumo da carne caprina e produtos lácteos caprinos, como é o caso do queijo de coalho.

Referências

- ANVISA. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 10 jan. 2001.
- ANZALDÚA-MORALEZ, A. **La evaluación sensorial de los alimentos em la teoría y la práctica**. Zaragoza: Editorial Acribia S.A, 1994.220 p.
- BONACINA, M.; QUEIROZ, M. I. Elaboração de empanado a partir da corvina (*Micropogonias furnieri*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 544-552, 2007.
- COELHO, T. L. S. (2017). Otimização do método de extração de proteínas da carne caprina utilizando planejamento fatorial e metodologia de superfície resposta.
- DALMÁS, P. S. *et al.* Development of goat pâté prepared with ‘variety meat’. **Small Ruminant Research**, v. 98, n. 1-3, p. 46-50, 2011.
- DEVATKAL, S. K. *et al.* Quality characteristics of gluten-free chicken nuggets extended with sorghum flour. **Journal of Food Quality**, v. 34, n. 2, p. 88-92, 2011.
- FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**. 1957, v. 226, p. 497- 509.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (2008). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 5. ed. São Paulo. 1020 p.
- IVANOVIC, S. *et al.* The impact of diet on the quality of fresh meat and smoked ham in goat. **Small Ruminant Research**, v. 138, p. 53-59, 2016.
- OLIVEIRA, D.F de *et al.* Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology, Campinas**, v. 16, n. 3, p. 163-174, 2013.
- NAZARIO, J. A.; FONTANA, M. O. **Interferência do tratamento térmico sobre as características físico-químicas de nuggets de frango**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- PASSOS, M.H.C.R.; KUAYE, A.Y. Influence of the formulation, cooking time and final internal temperature of beef hamburgers on the destruction of *Listeria monocytogenes*. **Food Control**, v. 13, n. 1, p. 33-40, 2002.
- SILVA, F. de AS. ASSISTAT: Versão 7.7 beta. **DEAG-CTRN-Universidade Federal de Campina Grande Campus de Campina Grande-PB**, 2008.
- VEIT, J. C. *et al.* Caracterização centesimal e microbiológica de nuggets de mandi-pintado (*Pimelodus britskii*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 3, 2011.
- WEBB, E. C.; O’NEILL, H. A. The animal fat paradox and meat quality. **Meat science**, v. 80, n. 1, p. 28-36, 2008.

Capítulo 47

Secagem de banana verde e avaliação do teor de amido resistente

Maíra Valquielly Fernandes Ribeiro*¹; Francine Gonçalves¹; Fernanda Alvarenga Barbosa Lupki²;
João Vinícios Wirbitzki da Silveira³; Marcio Schmiele³, Tatiana Nunes Amaral³

Resumo

O amido resistente (AR) é um carboidrato não digerível que promove benefícios à saúde. Uma das suas funções é atuar como fibra alimentar durante o processo digestivo nos seres humanos, atuando como prebiótico. A presença do AR na banana está relacionada com seu estágio de maturação ainda verde. Desta forma, a banana não tem boa aceitação sensorial e tem alta perecibilidade, então uma alternativa para o seu consumo é passando pelo processo de secagem. A secagem é um método de retirada de água do alimento e eleva a pressão osmótica do meio, controla a proliferação de microorganismos e ocasiona a diminuição da ação de enzimas que podem provocar alterações, como por exemplo, degradação do alimento. A temperatura e a vazão da entrada de ar no processo de secagem são fatores que estão diretamente ligados com o comportamento da taxa de secagem e também com a qualidade final do alimento. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar a influência da variação dos parâmetros temperatura (60 a 80 °C) e vazão de ar (1,5 a 3,5 m.s⁻¹) no processo de secagem da banana verde por 60 minutos. Foram analisadas 11 amostras e determinadas a umidade crítica e a concentração de amido resistente. A partir dos resultados conclui-se que a vazão de ar e a temperatura influenciam diretamente na taxa de secagem da banana verde, que apresentou umidade crítica de 1,1 kg de H₂O.h⁻¹.m⁻², gerando um produto com 37,3 % de amido resistente após 60 minutos de secagem.

Palavras-chave: Prebiótico. Desidratação. Umidade crítica.

¹ Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; *mairafernandescap@hotmail.com

² Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

³ Professor, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Introdução

A banana possui várias propriedades nutricionais, sendo um componente importante na alimentação no mundo inteiro. Seu sabor é uma das mais importantes características de qualidade, a polpa verde é caracterizada por uma forte adstringência determinada pela presença de compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos (BORGES; PEREIRA; LUCENA, 2009).

Um dos principais componentes nutricionais da banana verde é o amido resistente (AR), que no processo do trato gastrointestinal libera substâncias benéficas ao organismo, podendo corresponder de 55 a 93% do teor de sólidos totais, sendo pobre em açúcares. Na banana madura, o amido é convertido em açúcares, em sua maioria sacarose, glicose e frutose dos quais 99,5% são fisiologicamente disponíveis (SOUZA, 2012).

O AR refere-se a parte de amido e seus produtos que resistem à digestão a medida que passam pelo trato gastrointestinal. Desta forma, esta fração do amido, em termos fisiológicos, tem comportamento semelhante ao da fibra alimentar. O AR é classificado em quatro tipos: AR1 (fisicamente inacessível), AR2 (naturalmente presente), AR3 (retrogradado), AR4 (modificado quimicamente) e AR5 (complexo amilose-lipídeo). A banana verde apresenta o AR2 e considerado termolábil (FUENTES-ZARAGOZA, *et al.*, 2010).

A banana apresenta algumas limitações no seu consumo, entre elas tem-se: o rápido amadurecimento e escurecimento do fruto que está relacionado com a ação das enzimas peroxidase e polifenoloxidase, que se apresentam principalmente na polpa da fruta e têm sua atividade aumentada quando submetida ao corte ou ao descascamento. A atuação dessas enzimas está diretamente relacionada à quantidade de água presente no alimento. Sendo assim, a desidratação torna-se uma alternativa interessante para retardar a ação dessas enzimas e aumentar a vida útil de prateleira (AMORIM, 2012).

Considera-se a desidratação ou secagem como um dos métodos mais importantes para a diminuição da atividade de água se comparada a outros processos preservativos, possui custo mais baixo e operação mais simples (AMORIM, 2012).

De acordo com Silva (2013) o método de secagem baseia-se na transferência de calor e de massa e pode ser dividido em três períodos distintos: O período de aquecimento; período de secagem a taxa constante e o período de secagem a taxa decrescente, que geralmente é o único período observado em secagem de produtos agrícolas. O presente trabalho teve como objetivo analisar a influência da variação de temperatura e vazão de ar no processo de secagem da banana verde na quantidade final de amido resistente.

Materiais e métodos

As amostras de banana prata (*Musa spp.* Musaceae) oriundas de uma fazenda do município de Diamantina MG foram recepcionadas no Laboratório de Operações Unitárias II da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Para a realização desse processo realizaram-se as seguintes etapas: recepção; seleção; lavagem; sanitização; lavagem; descascamento; fatiamento; seleção e padronização das fatias; tratamento antioxidante; secagem e determinação do amido resistente.

As bananas foram recepcionadas e selecionadas, em seguida lavadas em água corrente para retirada de sujidades superficiais e imersas em hipoclorito de sódio (300 ppm) por 10 minutos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Sendo novamente lavadas em água corrente, descascadas e posteriormente fatiadas.

As fatias selecionadas tinham espessura em torno de 0,5 cm e realizou-se a medição do diâmetro com o auxílio de um paquímetro o diâmetro era em torno de 2,3 cm. Feito isso, as fatias foram mergulhadas em solução com concentração de 0,1 % de ácido cítrico por 5 minutos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Após, as fatias foram levadas para o túnel de secagem e utilizou-se um secador do tipo túnel de vento, modelo MD018, da empresa ECO educacional.

Sendo realizados 11 processos de secagem com diferentes temperaturas e vazões de ar quente através de um Delineamento Composto Central Rotacional. No túnel de secagem estava acoplada uma balança analítica, com a banana já no túnel a partir do primeiro minuto foi registrado a massa, isso durante os 10 primeiros minutos, depois a massa foi anotada de 5 em 5 minutos, até chegar em 60 minutos. As bananas separadas para a determinação do amido resistente não passavam pelo processo de pesagem, e foram deixadas secando e após 60 min foram retiradas. A partir disso somente o material seco destinado para a realização do cálculo da taxa de secagem e determinação de umidade crítica (X'_c) foi para estufa a 105 °C, até obter massa constante (em gramas) e as amostras para a determinação do amido resistente foram deixadas no dessecador e depois congeladas. Os dados para a realização dos 11 procedimentos estão descritos na Tabela 1.

A taxa de secagem e a umidade crítica foram determinadas conforme descrito por Cassini (2004). A taxa de secagem constante (R_c) representa a remoção da água livre presente no produto e a sua temperatura é próxima a de bulbo úmido. Após isso, o teor de umidade médio atinge o teor de umidade crítico e a superfície se encontra com uma umidade bastante reduzida, dificultando a remoção do restante da umidade, chamada de água ligada. Esse é o chamado período de taxa

decrecente (X_c), que se caracteriza por um declínio linear da taxa e migração interna da umidade. O teor de amido resistente foi determinado de acordo com o método 32-40.01 da AACCI (2010).

Tabela 1 - Matriz do Delineamento composto Central Rotacional para a realização do procedimento de secagem da banana verde

Ensaio	Níveis codificados		Níveis reais	
	Temperatura de secagem	Vazão de ar	Temperatura de secagem (°C)	Vazão de ar (m.s ⁻¹)
1	-1	-1	62,91	1,79
2	+1	-1	77,09	1,79
3	-1	+1	62,91	3,21
4	+1	+1	77,09	3,21
5	-1,41	0	60,00	2,50
6	+1,41	0	80,00	2,50
7	0	-1,41	70,00	3,50
8	0	+1,41	70,00	1,50
9	0	0	70,00	2,50
10	0	0	70,00	2,50
11	0	0	70,00	2,50

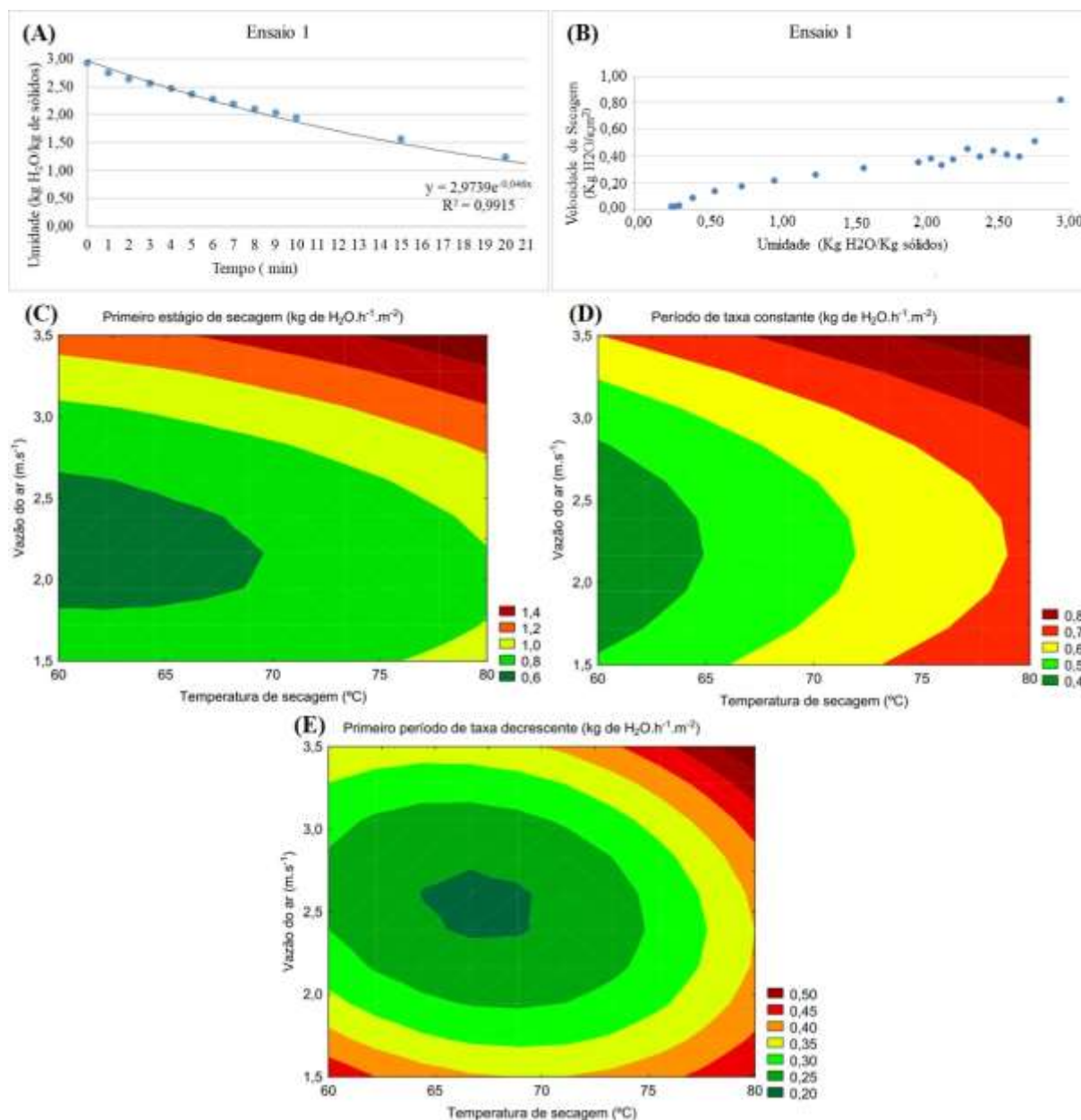
Fonte: Dos autores, 2019.

Os dados obtidos no delineamento experimental foram avaliados pela Metodologia de Superfície de Resposta para cálculo dos coeficientes de regressão e análise da variância (ANOVA) com nível de significância de 10 %. O coeficiente de regressão mínimo (R^2) a ANOVA adotado foi de 0,70. O ponto otimizado foi determinado através da metodologia proposta por Derringer e Suich (1980).

Resultados e discussão

A partir dos dados obtidos plotaram-se dois gráficos para cada um dos 11 processos, o gráfico (A) tempo versus umidade e o gráfico (B) umidade versus velocidade de secagem representados na Figura 1. A Figura 1 A e B representa como o gráfico do procedimento 1 para fins de ilustração, da mesma forma todos os outros gráficos dos demais procedimentos foram plotados.

Figura 1 - (A) Gráfico tempo versus umidade; Figura (B) Gráfico umidade versus velocidade de secagem (RC); Figura (C) Curvas do primeiro estágio de secagem; Figura (D) Curvas do período de taxa constante; Figura (E) Curvas do primeiro período de taxa decrescente.



Fonte: Dos autores, 2019.

O gráfico da Figura 1 (A) demonstra que a banana entra no túnel de secagem com uma umidade de 3 gramas por grama de sólidos totais e com o passar do tempo essa umidade vai diminuindo e formando a curva de secagem. Na Figura 1 (B), é possível analisar no gráfico dos estágios da secagem fazendo uma análise da direita para a esquerda primeiramente tem-se um período não permanente, durante o qual a temperatura do sólido atinge o seu valor de regime permanente isso

ocorre com taxa de secagem em torno de 0,7 Rc (kg H₂O/h.m²). A partir disso percebe-se um período de secagem que ocorre mais ou menos em torno de 0,44 Rc (kg H₂O/h.m²), a taxa constante, nesse período a superfície exposta da banana está saturada de água, a partir disso é possível perceber o primeiro período de taxa decrescente 0,36 Rc (kg H₂O/h.m²) a superfície vai ficando cada vez mais pobre em água, considerada a umidade crítica (X_c), a partir desse ponto se torna cada vez mais difícil retirar água do material, já não há mais água na superfície, a umidade já está bem no interior do material. Esse procedimento ocorreu com uma temperatura de 62,91 °C e vazão 1,79 m.s⁻¹.

A Tabela 2 representa o primeiro estágio de secagem, o período de taxa constante, o período de taxa decrescente e a quantidade de amido resistente dos 11 ensaios. Nas equações 1 a 3 estão representados os modelos matemáticos das variáveis dependentes estatisticamente significativas. A partir dos resultados percebe-se que houve diferença na taxa de secagem das diferentes amostras, uma vez que foram submetidas a temperaturas e vazões diferentes. Dessa forma é possível observar que ao fixar os valores de temperaturas e variando os valores de vazão de forma crescente ou fixando os valores de vazão e variando os valores de temperatura de forma crescente ocorreu aumento na taxa de secagem, essa variação fez com que aumentasse a taxa de remoção de água, isto é, foi possível retirar mais água do material no período de taxa constante.

Primeiro estágio de
secagem
(kg H₂O.h⁻¹.m⁻²)

$$= 0,656 + 0,112x_1 + 0,194x_2 + 0,030x_1^2 + 0,178x_2^2 + 0,045x_1x_2 \quad \text{Eq. 1}$$

Período de taxa
constante
(kg H₂O.h⁻¹.m⁻²)

$$= 0,485 + 0,101x_1 + 0,065x_2 + 0,082x_2^2 \quad \text{Eq. 2}$$

Primeiro período de
taxa decrescente
(kg H₂O.h⁻¹.m⁻²)

$$= 0,200 + 0,039x_1 + 0,050x_1^2 + 0,075x_2^2 + 0,022x_1x_2 \quad \text{Eq. 3}$$

Tabela 2 - O primeiro estágio de secagem, o período de taxa constante, o período de taxa decrescente e a quantidade de amido resistente em cada ensaio realizado

Ensaio	Primeiro estágio de secagem (kg H ₂ O.h ⁻¹ .m ⁻²)	Período de taxa constante (kg H ₂ O.h ⁻¹ .m ⁻²)	Primeiro período de taxa decrescente (kg H ₂ O.h ⁻¹ .m ⁻²)	Teor de amido resistente (%)
1	0,70	0,44	0,36	30,64±0,39
2	0,86	0,67	0,40	33,10±0,47
3	0,87	0,55	0,30	32,91±2,35
4	1,21	0,80	0,43	35,07±2,72
5	0,53	0,35	0,20	37,27±1,49
6	0,81	0,58	0,30	30,63±0,22
7	0,60	0,50	0,30	30,38±2,30
8	1,33	0,70	0,30	32,72±0,76
9	0,64	0,40	0,21	29,81±0,65
10	0,68	0,50	0,20	28,21±1,16
11	0,65	0,5	0,19	30,71±0,84
R ²	0,92	0,86	0,72	0,58
F _{calc} /F _{tab}	3,29	4,65	1,23	0,41
p-valor	0,009	0,002	0,067	0,361

Fonte: Dos autores, 2019.

Além disso, nos últimos três ensaios observa-se que mesmo mantendo as condições de secagem, ocorrem variações nos resultados, isso pode ter ocorrido devido a diferença da quantidade de massa das amostras que entravam no túnel de secagem. Assim percebe-se que variando tanto a temperatura quanto vazão ambas irão influenciar diretamente na taxa de secagem, com maiores temperaturas e vazões de ar ocorrerá maior taxa de secagem.

Esse comportamento ocorre, pois, valores altos de temperaturas e vazão de ar facilitam a transferência de massa e calor pelo favorecimento de altos coeficientes de difusão, diminuindo o tempo necessário para atingir menores valores de teor de umidade (BORGES et al, 2010). A partir das leituras dos gráficos foi possível obter a umidade crítica da banana que foi de 1,0 g na maioria das amostras, isso significa que a partir dessa quantidade a remoção de água se torna cada vez mais difícil.

As curvas de contorno representadas na Figura 1 (C), (D) e (E) indicam que com maior temperatura de secagem e maior vazão de ar foram obtidos os maiores valores para o primeiro estágio de secagem e período de taxa constante. Para o primeiro período de taxa decrescente, os menores valores foram obtidos com temperatura de secagem em torno de 65 a 70 °C e vazão de ar próximo a 2,5 m.s⁻¹.

Após o processo de secagem determinou-se a quantidade de amido resistente presente em cada uma das 11 amostras. Os teores de amido resistente não foram influenciados estatisticamente pela temperatura de secagem e pela vazão de ar. Este resultado apresenta desempenho satisfatório, indicando que o amido resistente não apresenta degradação durante o processo de desidratação da banana verde.

A partir de estudos realizados sabe-se que alguns processamentos de alimentos, como esterilização, forneamento ou secagem em altas temperaturas, aumentam o nível de amido resistente, porém na utilização de outros procedimentos como cozimento, os amidos perdem sua resistência. Assim, a aplicação de um amido resistente comercial que pode resistir a certos processos permite que produtos sejam formulados com aumento no nível de fibra dietética total (PEREIRA, 2007).

O ponto otimizado foi definido objetivando-se os maiores valores de primeiro estágio de secagem, período de taxa constante e do teor de amido resistente e o menor valor de primeiro período de taxa decrescente. Desta forma, a otimização indicou a aplicação de temperatura de secagem a 51 °C e vazão de ar em 3,5 m.s⁻¹, resultando em primeiro estágio de secagem, período de taxa constante e primeiro período de taxa decrescente em 1,11, 0,61 e 0,22 kg de H₂O.h⁻¹.m⁻², respectivamente, teor de amido resistente em 37,30 % e um grau de desejabilidade de 0,78.

Conclusão

Mediante os resultados, percebe-se que a temperatura de secagem e vazão de ar quente interferem diretamente no processo de desidratação, mas não interferem no teor de amido resistente, promovendo a manutenção desta fibra alimentar importante nutricionalmente. Além disso, foi possível estabelecer a umidade crítica da banana verde em 1,1 kg de H₂O.h⁻¹.m⁻², considerado um fator muito importante para processos de desidratação.

Referências

- AACCI. (2010). **American Association of Cereal Chemists International. Approved methods**, 11th ed., St. Paul, USA.
- AMORIM, T. P. **Avaliação físico-química de polpa e de casca de banana in natura e desidratada**. 2012. 55f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Nutrição, Porto Alegre, 2012.
- BORGES, A. M; PEREIRA, J, LUCENA. E. M. P. Caracterização da farinha da banana verde. **Ciência e tecnologia de alimentos**. Campinas, abr-jun,2009.
- BORGES, S. V. *et al.* Secagem de bananas prata e d'água por convecção forçada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 605-612, 2010.
- CASSINI, A. S. Análise das características de secagem da proteína texturizada de soja. 2004.
- DERRINGER, G. C.; SUICH, R. Simultaneous optimization of several response variables. **Journal of Quality Technology**, v. 12, n. 4, p. 214-219, 1980.
- FUENTES-ZARAGOZA, E. *et al.* Resistant starch as functional ingredient: A review. **Food Research International**, v. 43, n. 4, p. 931-942, 2010.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz - métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo, 1985.
- PEREIRA, K. D. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, 2007.
- SILVA, L-R. M. **Aproveitamento da casca de banana para produção de farinha destinada à formulação de biscoitos**. 2013. 56f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Paraíba, Ciência e Tecnologia, 2013.
- SOUZA, R. M. S. **Área de concentração: Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas** 2012,108f. Dissertação (Mestrado em Área de Concentração em Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas) - Universidade Federal de Campina Grande, Engenharia Agrícola, Campina Grande, 2012.

Capítulo 48

Elaboração do fermentado alcoólico de acerola (*Malpighia glabra* L.)

Grazielle Layanne Mendes Santos¹; Carla Adriana Ferreira Durães²; Thalita Cordeiro dos Santos¹;
Deyse Karoline de Souza Lima¹; Maria Izabel de Jesus Viana¹, Igor Viana Brandi*³

Resumo

No Brasil há elevado índice de perdas de frutas na cadeia produtiva, ocasionando pouco consumo ou industrialização. Diante desta situação criou-se técnicas para aumentar o aproveitamento pós-colheita. Destacando-se a fermentação, alternativa de desenvolvimento de novos produtos, como fermentados alcoólicos de frutas, sendo este também uma alternativa de renda. Logo o presente trabalho tem por objetivo elaborar um fermentado de acerola. - *Malpighia glabra* L. dos tipos semi seco e suave, a partir da polpa, e obtenção dos parâmetros físico-químico, perfil cinético da fermentação alcoólica e potencial antioxidante. Analisou-se o teor de sólidos solúveis totais, pH e densidade óptica para obtenção da cinética de fermentação, as bebidas foram analisadas físico-quimicamente quanto ao pH, acidez total, sólidos solúveis totais e capacidade antioxidante. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (significância de 5 %). Os parâmetros cinéticos e físico-químicos foram satisfatórios e a bebida possui a capacidade de sequestrar radicais livres (DPPH). A acerola usada para produção de bebida fermentada é uma alternativa tecnologicamente viável e pode representar um incremento na renda de pequenos produtores além de diminuir as perdas pós colheita. O fermentado possui potencial antioxidante sendo benéfico a saúde dos consumidores.

Palavras-chave: Aproveitamento de frutas. Comportamento cinético. Antioxidantes. Compostos bioativos

Introdução

¹ Graduandas em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

² Técnica do laboratório de Tecnologia de Alimentos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais

³ Professor Associado do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais

*Autor para correspondência: ibrandi@hotmail.com ou ibrandi@ica.ufmg.br

Malpighia glabra L. conhecida popularmente no Brasil como “acerola” ou “cereja das Antilhas”, é uma planta típica e originária da América Central. A principal característica deste fruto é o elevado teor de vitamina C, além da composição em nutrientes como carotenóides, tiamina, riboflavina e niacina (ASSIS, LIMA e OLIVEIRA, 2001).

A acerola é reconhecida como uma das principais fontes de ácido ascórbico natural. Dinizi, Figueiredo e Queiroz (2003) em seus estudos, confirmam a existência de compostos bioativos importantes, como compostos fenólicos com propriedades antioxidantes e vitamina C e uma significativa quantidade de vitamina A, ferro, cálcio, além de açúcares e outras vitaminas que fazem parte do complexo B.

A legislação brasileira define o fermentado de fruta como uma bebida com graduação alcoólica que entre 4 e 14% em volume (20 °C) e deve ser adquirido pela fermentação alcoólica do mosto da fruta sã, fresca e madura de uma única espécie, do referente suco integral ou concentrado, ou polpa. (BRASIL, 2009). Objetivou-se obter o fermentado do fruto da acerola *Malpighia glabra* L. dos tipos semi seco e suave, a partir da polpa, bem como obtenção dos parâmetros físico-químico, perfil cinético da fermentação alcoólica e potencial antioxidante.

Materiais e métodos

Delineamento experimental: foram preparados dois tipos de fermentados alcoólicos de acerola (semi seco e suave) com três repetições no delineamento em blocos casualizados. As análises foram realizadas em triplicata.

Elaboração de fermentado alcoólico: o fermentado alcoólico de acerola foi elaborado conforme o diagrama abaixo (Figura 1).

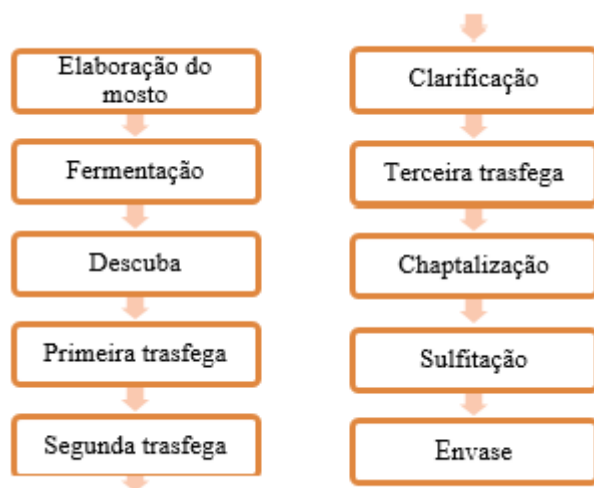
Obtenção da polpa de acerola: a polpa de acerola foi fornecida pela empresa “Nutripolpas”, localizada na cidade de Porteirinha, MG.

Elaboração do mosto: para elaboração do mosto, um volume de polpa de acerola foi diluído em água (1:1) e o teor de sólidos solúveis foi corrigido para 15,65 ° Brix com adição de açúcar cristal, segundo Segtowick, Brunelli e Venturini Filho (2013). Após a chaptalização o mosto foi sulfitado com metabissulfito de potássio (K₂S₂O₅) na concentração de 100 mg de SO₂/L de mosto.

Fermentação: para a fermentação utilizou-se a levedura *Saccharomyces cerevisiae* codificada como ICV D47. Uma alíquota pura estocada em glicerol foi ativada em meio líquido (YPD) e em seguida inoculada em um litro de mosto que fermentou durante 24 horas. O mosto e o mosto

fermentado foram transferidos para uma dorna fermentativa, de polipropileno com 12 L de capacidade e com saída de gás carbônico (CO₂). A fermentação foi realizada em temperatura controlada (30°C) e encerrada em 54 horas, quando o teor de sólidos solúveis totais estava constante.

Figura 1 - Fluxograma de elaboração de fermentado alcoólico de acerola



Descuba: após a fermentação separou-se o fermentado da borra decantada. O fermentado foi transferido para garrações de 5 L de cor verde e deixados em repouso durante 30 dias em temperatura controlada.

Trasfegas: após 30 dias em repouso foi realizada a primeira trasfega, consistiu em transferir o fermentado de um recipiente para outro visando separar sólidos insolúveis (borras) que sedimentam e depositam no fundo do tanque (VENTURINI FILHO, 2010). Os fermentados continuaram em repouso por 40 dias para decantação da borra e uma segunda trasfega foi realizada.

Clarificação: após a segunda trasfega os fermentados foram clarificados com bentonita 0,4 (g.L⁻¹) e deixados em repouso por 15 dias, segundo Segtowick, Brunelli e Venturini Filho (2013).

Terceira trasfega: a terceira trasfega foi realizada para remover os sólidos insolúveis ainda presentes na bebida, com objetivo de deixá-la mais límpida.

Chaptalização: o teor de açúcares totais da bebida foi obtido por meio da Equação 1 (TORRES NETO *et al.*, 2006). A concentração final de açúcares totais foi corrigida com glicose de acordo com tipo de bebida produzido, sendo o semi seco com 19 g.L⁻¹ e o suave com 65 g.L⁻¹.

$$C(\text{g.L}^{-1}) = (\%SST * 10,13) + 1,445 \quad (\text{Equação 1})$$

Sulfitação e envase: após a correção de açúcar foram adicionados 100 mg.L⁻¹ de metabissulfito de potássio e os fermentados foram engarrafados em garrafas de vidro com capacidade de 750 mL e fechados com rolha de cortiça.

Cinética da fermentação alcoólica: no processo da fermentação alcoólica para produção do fermentado de acerola foram obtidos dados indicativos às concentrações de substrato (% Sólidos solúveis totais utilizando refratômetro digital de bancada modelo RTD-95). E ao crescimento da levedura através da densidade óptica medida a 560 nm em Leitor de microplacas / ELISA POLARIS®. Também foram feitas medidas de pH através de pHmetro marca Tecnopon modelo MPA-210. Estes monitoramentos foram feitos a cada 2h durante 54h de fermentação.

Caracterização físico-química da polpa e dos fermentados alcoólicos de acerola: foram coletadas amostras da polpa e do fermentado alcoólico. As determinações foram efetuadas em triplicada para cada repetição do experimento. A polpa e o fermentado foram analisados quanto ao teor de sólidos solúveis utilizando refratômetro digital de bancada modelo RTD-95, pH através de pHmetro marca Tecnopon modelo MPA-210 acidez total conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

A quantificação de açúcares redutores na polpa de acerola, foi realizada pela metodologia descrita por Miller (1959) utilizando-se ácido 3,5-dinitro-salicílico (DNS).

A determinação da capacidade antioxidante dos fermentados alcoólicos foi feita em solução de etanol pelo método Brand-Williams (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995) adaptado, com 2,2'-difênil-1-picril-hidrazila (DPPH). As amostras foram preparadas e medidas separadamente em triplicatas. Os fermentados alcoólicos foram diluídos em etanol, em proporção de 0,8 g de fermentado alcoólico/25 mL etanol. Em tubo de ensaio, colocou-se 500 µL do fermentado alcoólico da amostra diluído, 300 µL de solução de DPPH (0,5 mM) e 3 mL de etanol. O controle foi preparado conforme procedimento acima, sem adição de extrato, e etanol foi utilizado para correção da linha de base. As soluções foram deixadas em repouso por 45 minutos em ambiente escuro, com posterior leitura em espectrofotômetro Micronal D582 a 517 nm. O percentual de decréscimo na absorvância foi medido e a capacidade de sequestrar radicais livres foi calculada com base no decréscimo da absorvância observada. A capacidade antioxidante foi expressa como a porcentagem DPPH reduzido, expressa pela Equação 2:

$$\% \text{ DPPH reduzido} = \left(\frac{\text{Absorvância do controle} - \text{Absorvância da amostra}}{\text{Absorvância do controle}} \right) * 100 \quad (\text{Equação 2})$$

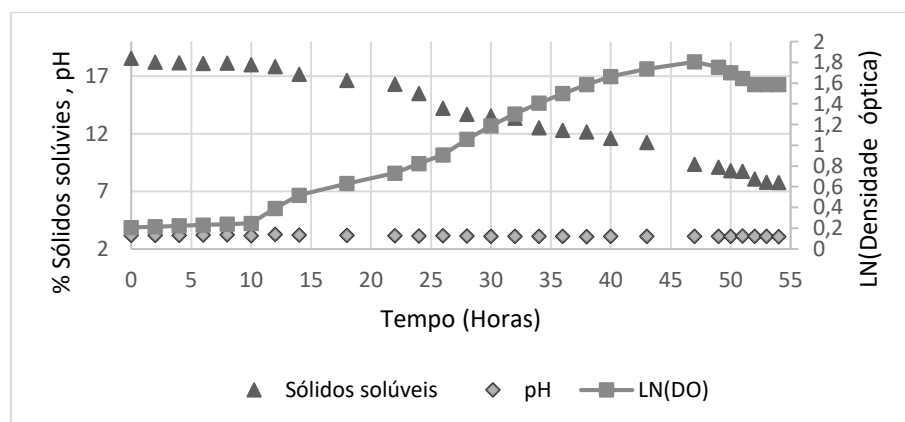
Análise de dados: foram testados dois tratamentos (semi seco e suave) com três repetições no delineamento em blocos casualizados. As análises foram realizadas em triplicata. Para comparar os resultados encontrados foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de Tukey para comparação de médias com intervalos de confiança de 95% ($p < 0,05$), utilizando-se o software System Statistical Analysis (SAS), versão 9.0.

Resultados e discussão

Cinética de fermentação da bebida alcoólica de acerola

Durante o processo fermentativo foi observado o comportamento cinético das concentrações de sólidos solúveis totais, pH e crescimento da levedura por meio da densidade óptica, em função do tempo de fermentação (Figura 2).

Figura 2 - Variação dos teores de sólidos solúveis, pH e de concentração de leveduras durante a fermentação de mosto de acerola



Durante a fermentação houve decréscimo da quantidade de substrato, representada pelos sólidos solúveis totais. Esse decréscimo deve-se ao consumo de substrato pela levedura, que é convertido e etanol. A fermentação foi interrompida quando houve estabilização dos sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix), indicando que o consumo de substrato pela levedura estava baixo.

Caracterização físico-química do fermentado e da polpa de acerola

Na Tabela 1, consta os parâmetros físico-químicos da polpa de acerola utilizada.

Tabela 1 - Atributos físico-químicos de polpa de acerola extraída em despulpadora

	pH	Acidez total (% Ácido cítrico)	% Sólidos solúveis (°Brix)	Açúcares redutores (g.L ⁻¹)
Polpa de acerola	3,21 ± 0,03	1,27 ± 0,01	6,93 ± 0,12	0,06 ± 0,00

* Valores médios seguidos do seu desvio padrão.

A polpa de acerola utilizada está dentro dos requisitos da legislação brasileira, que estabelece os seguintes parâmetros: pH (min. 2,80), sólidos solúveis (min. 5,5 ° Brix), acidez total (min. 0,80 g/100g) e açúcares totais (4,0 - 9,5g/100 g) (BRASIL, 2000). Tais resultados foram semelhantes ao encontrado por Segtowick, Brunelli e Venturini Filho (2013) em acerolas da variedade Olivier colhidas no estado de São Paulo.

Segundo Aerny (1985), mostos com baixo pH estão mais protegidos da ação das enzimas oxidativas durante a fase pré-fermentativa. Opostamente, fermentados com pH alto são mais aptos às alterações oxidativas e biológicas, uma vez que o teor de dióxido de enxofre livre é proporcionalmente menor. O mosto produzido pela acerola obteve pH menor que 3,5 essa característica diminui o risco de contaminação por microrganismos indesejáveis.

Para que a bebida atinja o teor alcoólico desejado, o mosto (líquido açucarado apto a fermentar) deverá ter certa concentração de açúcares (16 a 20°Brix) e componentes nutritivos (GAVA, 1984). A quantidade de sólidos solúveis e açúcares redutores presentes na acerola não é suficiente, por isso na preparação do mosto houve adição de sacarose.

A bebida obtida apresentou uma aparência límpida, coloração levemente alaranjada (Figura 3), um aroma típico dos frutos da acerola, um sabor adstringente e levemente adocicado (fermentado suave).

Figura 3 - Aparência do fermentado alcoólico de acerola



Fonte: Dos autores, 2019.

Composição físico-química da bebida

A composição físico-química da bebida fermentada de acerola pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição físico-química da bebida fermentada de acerola

Tipo de bebida	pH	Acidez total (meq. L ⁻¹)	°Brix
Semi seco	3,35 ± 0,06 ^a	84,44±0,19 ^a	7,15±0,13 ^a
Suave	3,28 ± 0,05 ^a	82,26±2,08 ^a	11,08±0,06 ^b

* Valores médios seguidos do seu desvio padrão. Médias seguidas com letras diferentes nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de *Tukey* (p<0.05).

O único parâmetro influenciado pelo tipo de bebida (semi seco ou suave) foi o teor de sólidos solúveis totais que está diretamente ligado ao teor de açúcar presente nos alimentos.

A portaria nº 64 estabelece o padrão de identidade e qualidade de fermentados alcoólicos de frutas. A acidez total, em miliequivalente por litro, deve estar entre (55 e 130 meq. L⁻¹) (BRASIL, 2008). A bebida obtida possui um valor de acidez dentro do permitido pela legislação brasileira. A Legislação vigente não possui limites para pH de fermentados de frutas. Segundo Torres Neto *et al* (2006) um valor de pH inferior a 3,5 confere maior estabilidade microbológica a esse tipo de bebida. Na Tabela 3, consta a atividade antioxidante determinada pelo ensaio DPPH. Os resultados estão expressos em % de DPPH reduzido.

Capacidade antioxidante

Tabela 3 - Capacidade antioxidante do extrato hidroalcoólico de fermentado alcoólico de acerola, utilizando o radical livre DPPH

Tipo de bebida	% DPPH Reduzido
Semi seco	96,85 ± 0,26 ^a
Suave	85,59 ± 10,35 ^a

* Valores médios seguidos do seu desvio padrão. Médias seguidas com letras diferentes nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de *Tukey* (p<0.05).

Todos os extratos dos fermentados analisados apresentaram alta capacidade em sequestrar o radical livre DPPH. Além disso, não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Segundo Almeida *et al.* (2006) a acerola apresentou a maior capacidade de sequestro de radicais livres (DPPH) que a amora, açaí e morango. Esta maior capacidade deve-se quase que, exclusivamente, ao alto teor de ácido ascórbico presente nesta fruta.

Pode-se inferir que a alta capacidade antioxidante do fermentado alcoólico de acerola é oriundo da própria fruta. A acerola apresenta em sua composição compostos antioxidantes como: malvidina-3,5-diglicosilada, cianidina-3-monoglicosilada, pelargonidina, ácido clorogênico, ácido cafeico, ácido cumárico, ácido ferúlico, quercetina, caempferol, α -caroteno, β -caroteno e β -criptoxantina (VENDRAMINI e TRUGO, 2004).

Conclusão

O uso da acerola para produção de uma bebida fermentada é uma alternativa tecnologicamente viável, pois os resultados obtidos em pequena escala, comprovaram que é possível produzir um fermentado com características físico-químicas adequadas e um processo fermentativo simples. A elaboração de fermentado de acerola pode representar um incremento na renda de pequenos produtores dessa fruta e diminuir as perdas pós colheita. Além disso o fermentado dessa fruta possui potencial poder antioxidante e pode ser benéfico a saúde de seus consumidores.

Referências

- AERNY, J. Définition de la qualité de la vendange. **Revue Suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture**, Nyon, v.17, n.4, p.219-223, 1985.
- ALMEIDA, Joaquim Maurício Duarte *et al.* AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE UTILIZANDO SISTEMA β -CAROTENO/ÁCIDO LINOLÉICO E MÉTODO DE SEQUESTRO DE RADICAIS DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p.446-452, jun. 2006. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/3959/395940078031/>>. Acesso em: 05 maio 2018.
- ASSIS, S.A.; LIMA, D.C.; OLIVEIRA, O.M.M.F. Activity of pectinmethylesterase, pectin content and vitamin C in acerola fruit at various stages of fruit development. **Food Chemistry**, v.74, p.133-137, 2001
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, London, v.28, n.1, p. 25-30, 1995
- BRASIL. **Decreto nº 6.871 de 04 de Junho de 2009**. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, 2009.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000**. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000.

BRASIL. **Portaria n. 64 de 23 de abril de 2008**. Aprovam os regulamentos técnicos para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas fermentadas: fermentado de fruta, sidra, hidromel, fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto e saquê. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2008.

DINIZI, E. FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Atividade de água e condutividade elétrica de polpas de acerola concentradas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, n.1, p.9-17, 2003.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1984. p.284

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IMESP 2008. p. 419-462.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

VENDRAMINI ALA, TRUGO LC. Phenolic Compounds in Acerola Fruit (*Malpighia puniceifolia*, L.). **J Braz Chem Soc**. 2004; 15(5):664-8.

Capítulo 49

Elaboração e análise físico-química de licor de Pequi com variações na extração alcoólica e concentração de calda

Tatielen Fernandes Leite*¹; Juliana Pinto de Lima²; Caroline Liboreiro Paiva²;

Resumo

O licor é uma bebida alcoólica basicamente elaborada por mistura de álcool, xarope de açúcar (calda) e extratos que dão aroma e sabor a bebida. A fabricação de licor é uma alternativa ao aproveitamento dos frutos nativos como o pequi, agregando valor e auxiliando ao incremento de renda do agricultor, mas por ser uma bebida artesanal e produzida com um fruto regional, há poucos estudos sobre formas de aperfeiçoar a sua produção, buscando uma bebida com melhores características físico-químicas. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo elaborar e avaliar licores de pequi com variações na extração alcoólica e concentração de calda, buscando uma bebida com melhores características físico-químicas. Para tanto, foram elaboradas quatro formulações com variações da graduação alcoólica (50 e 95 °GL) no processo de maceração e da concentração de açúcar (150 e 300 g/L). Após o preparo, foram realizadas as seguintes análises: sólidos solúveis, densidade, acidez, *ratio* e coloração. Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância. Conclui-se que a formulação macerada com álcool de cereais a 95°GL e adição de calda com concentração de açúcar a 300 g/L apresentou características físico-químicas superior as demais formulações, sendo um produto de melhor qualidade.

Palavras-chave: Cerrado. Fruto Nativo. Bebida. Mercado. Qualidade.

Introdução

O Cerrado é um bioma de grande diversidade de espécies frutíferas com grande potencial agroindustrial, devido a seus frutos com sabores marcantes e variada composição química, tais como elevados teores de açúcares, proteínas, sais minerais, vitaminas e componentes antioxidantes. A maioria dos frutos do Cerrado atualmente é consumida *in natura*, porém alguns frutos já estão sendo inseridos no mercado na forma de produtos processados, tais como: sucos, geleias, licores e sorvetes

¹ Mestranda, Produção Animal, UFMG

² Professora Adjunto, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

(ALMEIDA, 1998; SILVA, 2001). Diante da diversidade de frutos provenientes desse bioma, o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) é um exemplo de fruto que apresenta potencial para utilização.

O pequi é constituído de uma polpa amarelo-ouro, com aroma forte e característico. Em sua composição se destaca o elevado teor de lipídios (ácido oleico) (LIMA *et al.*, 2007) e o expressivo potencial antioxidante devido à presença de compostos bioativos (carotenoides e fenólicos). É um produto muito apreciado e consumido na região de onde é proveniente, sendo utilizado em pratos tradicionais como o arroz com pequi e o licor de pequi, porém com escassez de estudos científicos sobre o assunto (ALMEIDA *et al.*, 1998).

A legislação brasileira classifica as bebidas alcoólicas em quatro categorias: fermentada, destilada, retificada e por mistura (BRASIL, 2009). O licor é uma bebida alcoólica por mistura, com graduação alcoólica de 15 a 54% em volume a 20 °C, com percentual de açúcar superior a 30 g/L, podendo ser elaborado com álcool etílico potável de origem agrícola e/ou destilado alcoólico simples de origem agrícola e/ou bebida alcoólica; sendo permitido extrato ou substância de origem vegetal e/ou animal, com adição de aditivos previstos na legislação (BRASIL, 2009). Acrescenta-se que os licores são classificados como seco, fino, creme e cristalizado, de acordo com o percentual de açúcar na bebida (BRASIL, 2009). Sendo assim, percebe-se que o licor é uma bebida que basicamente apresenta três ingredientes: álcool, xarope de açúcar (calda) e extratos que dão aroma e sabor a bebida.

É uma bebida de tradição regional, com processamento e consumo no cotidiano das famílias rurais. Devido a esse tradicionalismo cada região produz seus licores e cada um apresenta suas próprias características, que são passadas de geração em geração (HEBERT, 1989). A fabricação de licor artesanal é muito comum devido à simplicidade do seu processo de obtenção, e pode ser uma alternativa ao aproveitamento dos frutos nativos, agregando valor e auxiliando a renda do agricultor, além de reduzir o desperdício de frutos (LYNCH; MULVIHIL, 1997; TEIXEIRA *et al.*, 2005). A comercialização da bebida artesanal é popular, no entanto há poucos estudos sobre formas de aperfeiçoar a sua produção e elaborar um produto com melhores características físico-químicas. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo elaborar e avaliar licores de pequi com variações na extração alcoólica e concentração de calda, buscando uma bebida com melhores características físico-químicas.

Material e métodos

As polpas de pequi utilizadas para a elaboração dos licores foram adquiridas no mercado municipal da cidade de Montes Claros-MG, e o experimento foi conduzido no Laboratório de

Tecnologia de Alimentos, no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG – Campus Montes Claros. Foram preparadas quatro formulações de licores, com variações no teor alcoólico e na concentração da calda conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Formulação dos licores de Pequi

<i>Formulação</i>	<i>Polpa (g)</i>	<i>Gradação Alcoólica (°GL) *</i>	<i>Concentração da Calda (g/L)</i>
F1	100	50	150
F2	100	50	300
F3	100	95	150
F4	100	95	300

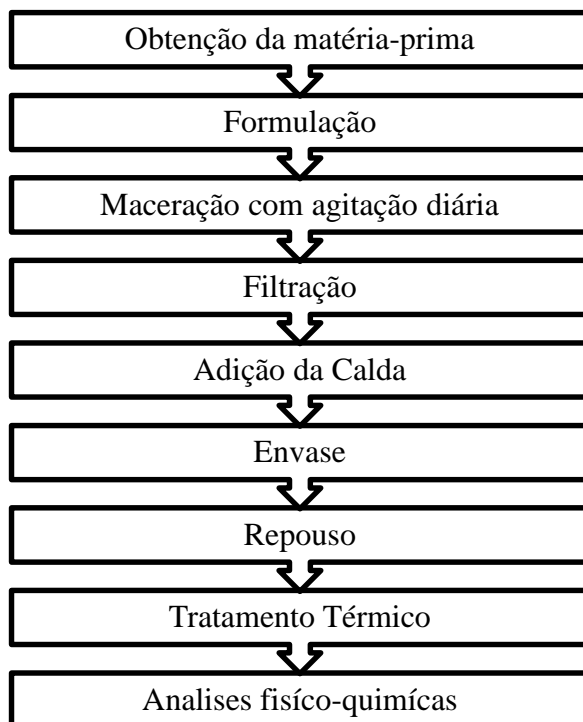
Legenda: F1-F4: Licor de Pequi, *álcool de cereais
Fonte: Do Autor, 2019.

A elaboração dos licores foi realizada de acordo com o exposto na Figura 1. Resumidamente, a maceração alcoólica foi realizada a temperatura ambiente, usando-se 100g de polpa de pequi para todas as formulações e álcool de cereais em duas graduações alcoólicas. Para as formulações F1 e F2 a maceração foi feita com álcool a 50 °GL, já para as formulações F3 e F4 a maceração foi feita a 95 °GL. A maceração teve duração de sete dias, em recipiente de vidro previamente esterilizado (121 °C por 15 minutos). Durante o período de maceração foi feita agitação manual diariamente, para acelerar o processo de impregnação do álcool auxiliando na extração das substâncias presentes na composição do pequi. Após a fase de maceração, realizou-se a filtração do macerado em filtros de papel para separação da polpa, obtendo-se assim o extrato macerado do fruto.

Após obtenção do macerado, procedeu-se a incorporação da calda. Foram elaboradas duas concentrações de caldas (150 e 300g/L), sendo estas elaboradas com açúcar refinado dissolvido em água fria e sob agitação até completa dissolução. Adicionou-se a calda ao extrato macerado, sendo 150g/L nas formulações F1 e F3 e 300g/L nas formulações F2 e F4. Após adição a bebida foi deixada em repouso durante três dias para equilíbrio da solução.

Após o repouso, foi realizado o tratamento térmico da bebida em banho maria a 60 °C durante 2 horas para promover redução microbiana e o envelhecimento acelerado da bebida.

Figura1 - Fluxograma de Processamento de Licor de Pequi



Fonte: Do autor, 2019

Para caracterização dos licores elaborados foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: sólidos solúveis (°Brix), densidade, acidez titulável (expresso em % de ácido cítrico) e *ratio* (sólidos solúveis/acidez titulável) conforme o preconizado pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Para determinação de cor utilizou-se colorímetro Minolta, no sistema de cor CIEI*a*b*, obtendo-se leituras de L* (luminosidade), a* (transição da cor verde para o vermelho) e b* (transição da cor azul para amarela). A partir dos parâmetros (L*, a* e b*) obtidos foi calculado o chroma ($C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$), cujo maiores valores indicam maior vivacidade da cor (LAWLESS; HEYMANN, 1998).

As análises foram realizadas contendo três repetições e os resultados expressos como média \pm desvio padrão. Os dados foram submetidos ao *Software R*, com análise de variância feita pelo teste F a 5% significância e teste de Tukey a 5% significância para comparação de médias.

Resultados e discussão

Os licores de pequi analisados apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) entre as formulações com relação ao teor de sólidos solúveis da bebida, sendo observada a influência do teor alcoólico utilizado já que as formulações com 95 °GL obtiveram maior teor de sólidos solúveis que

as soluções com o mesmo teor de açúcares na calda, verificando melhor eficiência na extração dos princípios ativos do pequi. O teor de açúcares na calda também influenciou o teor de sólidos solúveis, pois a concentração com 300 g/L tem maior teor de sólidos que a de 150 g/L (Tabela 2).

Tabela 2 - Análises Físico-químicas do licor de Pequi

Formulação	F1	F2	F3	F4
	50°GL/150g/L	50°GL/300g/L	95°GL/150g/L	95°GL/300g/L
Sólidos Solúveis (°Brix)	9,50 ^d ± 0,41	15,70 ^b ± 0,49	12,67 ^c ± 0,47	20,17 ^a ± 0,24
Acidez (%ácido cítrico)	0,051 ^a ± 0,02	0,064 ^a ± 0,02	0,064 ^a ± 0,02	0,038 ^a ± 0,00
Ratio (SST/AT)	204,6 ^b ± 52,5	219 ^b ± 24,11	222,07 ^b ± 83,15	526,54 ^a ± 6,15
L*	31,65 ^{bc} ± 1,59	30,42 ^c ± 0,53	34,05 ^{ab} ± 0,84	35,86 ^a ± 0,54
a*	-0,94 ^b ± 0,02	-1,07 ^{ab} ± 0,04	-1,21 ^{ab} ± 0,05	-1,51 ^a ± 0,30
b*	-1,67 ^a ± 0,95	-1,52 ^a ± 0,58	2,09 ^b ± 0,83	2,19 ^b ± 0,60
Chroma (C*)	2,01 ^a ± 0,72	1,88 ^a ± 0,49	2,46 ^a ± 0,69	2,69 ^a ± 0,57

Nota: Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre as amostras (teste de Tukey<0,05)

A legislação brasileira (BRASIL, 2009) permite que o licor apresente graduação alcoólica até 54 ° GL e sendo permitidas diferentes fontes alcoólicas para a elaboração como o álcool etílico, destilado simples ou até a mistura. O tipo de fonte alcoólica interfere diretamente no teor de sólidos solúveis, pois cada teor e fonte utilizados possuem teor de extração diferente. Outro elemento que causa influência é o teor de açúcares utilizados que pode ser superior a 30 g/ L sendo a faixa de utilização para a fabricação de licores bem ampla (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Desta maneira, verifica-se nos estudos sobre licor uma variação extensa de sólidos solúveis, por exemplo, 24,06° Brix para licor de casca de tangerina (ALMEIDA *et al.*, 2012), 35 ° Brix em licor de graviola (OLIVEIRA *et al.*, 2015) e até 48° Brix para licor de maracujá- amarelo (DIAS *et al.*, 2011), todos estes valores superiores aos encontrados neste trabalho.

A análise de acidez está diretamente ligada à etapa de maceração da bebida, pois além da extração de componentes aromáticos da polpa, também são retirados os ácidos orgânicos (OLIVEIRA *et al.*, 2015). As formulações não apresentaram diferenças para a acidez, apresentando valor médio de 0,054 % de ácido cítrico (Tabela 2). Sendo encontrados resultados semelhantes nos estudos realizados por Oliveira *et al.* (2015) para o licor de graviola variando de 0,19 a 0,42% ácido cítrico e por Vieira *et al.* (2010) para licor de camu-camu 0,052% de ácido cítrico.

A acidez média do licor de pequi foi superior ao valor encontrado em licor de açaí (0,04%) reportado por Oliveira e Santos (2011) e ao valor observado em licor de casca de tangerina (0,03-0,04%) relatado por Almeida *et al.* (2012). Licores mais ácidos podem ser desejáveis, pois, dificultam o desenvolvimento de micro-organismos e aumentam a vida de prateleira do produto (VIERA, 2010).

O *ratio* é um indicador de qualidade que avalia a interação do teor de ácidos e de açúcares presentes em frutas e bebidas à base de frutas, esse parâmetro é utilizado para a padronização do produto, pois a interação dos dois parâmetros é responsável pela percepção do sabor (ALMEIDA, 2013). Verificou-se que licor de pequi apresentou valor superior a 200 para as três primeiras formulações, indicando um alto grau de doçura e baixo teor de acidez, já a quarta formulação apresentou *ratio* superior a 500 apresentando equilíbrio entre esses componentes na bebida.

Em relação à densidade, os licores apresentaram diferenças significativas (Tabela 2), sendo que a formulação 4 apresentou maior densidade que a formulação 3, sendo estatisticamente semelhante as formulações 1 e 2. A densidade é proporcional aos teores de sólidos solúveis dos licores, uma vez que os componentes álcool e açúcar encontram-se ajustados (TEIXEIRA *et al.*, 2005). Sendo assim, espera-se que licores com maior teor de açúcares obtenham maior densidade, comprovado neste estudo, visto que os licores que apresentaram maior teor de sólidos solúveis (formulações 2 e 4) também apresentaram maior densidade.

Em relação à luminosidade (L^*) os licores apresentaram uma tonalidade escura devido aos valores obtidos estarem em torno de 30 (na escala de 0 a 100), sendo que a formulação quatro foi a que apresentou maior luminosidade. Características de luminosidade semelhantes foram obtidas em por Oliveira *et al.* (2015) que no decorrer do armazenamento os licores de graviola apresentaram decréscimo da luminosidade, com valores inferior a 40. Teixeira *et al.* (2005) observou que a maior concentração alcoólica na extração apresenta uma luminosidade maior no licor de banana, devido a melhor extração dos componentes do fruto utilizado, assim como foi observado também na análise de realizada para o licor de pequi.

Se tratando dos parâmetros indicativos de cromaticidade, os valores a^* das formulações de licor de pequi tenderam a uma ligeira intensidade para as cores verde e os valores de b^* estão diretamente ligados com a concentração do álcool utilizado, pois a bebida de graduação superior consegue extrair mais pigmentos da fruta proveniente da sua afinidade por álcool, apresentando uma coloração com tendência para amarela mais intensa nas formulações três e quatro, Por fim, em relação ao chroma, verificou-se que os licores apresentaram ligeira opacidade e não apresentou-se diferenças significativas entre as formulações.

Conclusão

Conclui-se que as variações no teor alcoólico e concentração da calda ocasionaram modificações nas características do licor. De forma geral, os licores de pequi formulados apresentaram variação de sólidos solúveis de 9 a 20 °Brix e a acidez variou de 0,038 a 0,064 g/100 ml de ácido cítrico. As análises de coloração do licor indicaram luminosidade baixa, com tendência para o amarelo e o chroma dos licores se apresentaram ligeiramente opaco. Com o ratio acima de 500 na formulação 4, ocasionando uma melhor percepção de sabor, devido ao equilíbrio do teor de doçura e acidez, e nas demais formulações em torno de 200. Apresentando maior densidade as formulações com maior teor de sólidos solúveis, que esta diretamente ligado com o teor de açúcar da calda.

Diante dos resultados obtidos notou-se que dentre as formulações produzidas, a formulação macerada com álcool de cereais a 95°GL e adição de calda com concentração de açúcar a 300 g/L (F4) apresentou características físico-químicas (sólidos solúveis, ratio, densidade, L* e a*) superior as demais formulações, mostrando-se uma alternativa para o aproveitamento do pequi na obtenção de uma bebida de melhor qualidade.

Referências

- ALMEIDA, M. M. C. **Suco concentrado de laranja e seus subprodutos**, Relatório de Estágio (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Campo Mourão, Campo Mourão, p.44, 2013.
- ALMEIDA, E. L.; LIMA, L. C.; BORGES, V. T. N.; MARTINS, R. N.; BATALINI, C. **Elaboração de licor de casca de tangerina**. Alim. Nutr., Araraquara, v. 23, n. 2, p. 259-265, abr./jun. 2012.
- ALMEIDA, S. P. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 188p.
- BRASIL. Decreto n. 6871, de 4 de junho de 2009. **Regulamenta a lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994**, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário oficial da República Federativa do Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm Acesso em 28 de Maio de 2019.
- DIAS, S. C.; CARDOSO, R. L.; BATISTA, D. V. S.; SANTOS, D. B.; ASIS, S. S. **Caracterização Físico-Química E Sensorial Do Licor De Corte Do Maracujá Amarelo**. Enciclopédia Biosfera, vol.7, n.13, p. 1405-1412, 2011, ,
- HEBERT, G. **Elaboration Artesanal de Licores**. Editora ACRIBIA, S.A. Zaragoza Espana. 1989. 117 p.
- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 1998. 819 p.

LIMA, A.; SILVA, A. M. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. **Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa de pequi (Caryocar brasiliense, Camb.)**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.29, n.3, p.695-698, 2007.

LYNCH, A. G.; MULVIHILL, D. M. **Effect of sodium caseinate on the stability of cream liqueurs**. Department of Food Chemistry. University College Cork. Republic of Ireland. 1997

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. **Processamento e avaliação da qualidade de licor de açai**. Rev Inst Adolfo Lutz., 70(4):534-41, 2011.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; GOMES, J. P.; ROCHA, A. P. T.; ALBUQUERQUE, E. M. B. **Estabilidade física e química de licores de graviola durante o armazenamento em condições ambientais**. Revista Brasileira Eng. Agrícola. Ambiental, v.19, n.3, p.245–251, 2015.

RODRIGUES, V. N.; SANTOS, D. F.; SANTOS, G. H. F. dos; BITENCOURT, T. B.; PINTO, V. Z. **Elaboração e caracterização sensorial de licor de abacaxi**. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos da FAURGS, 2016, Gramado/RS. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/1521.pdf> Acesso em: 29 de Junho de 2019

SILVA, D. B. **Frutas do cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 179p.

TEIXEIRA, L. J. Q.; RAMOS, A. M.; CHAVES, J. B. P.; SILVA, P. H. A.; STRINGHETA, P. C. **Avaliação Tecnológica da extração alcoólica no processamento de licor de banana**. BOLETIM CEPA, Curitiba, v.23, n.2, p.329-346, 2005.

VIERA, V. B. **Produção, caracterização e aceitabilidade de licor de camu-camu (myrciaria dúbia (H.B.K.) MCVAUGH**. Alimento e Nutrição. Araraquara, v. 21 n. 4, p. 519522, 2010.

Capítulo 50

Efeito da termossonicação sobre a concentração do retinol no leite humano

Tarumim de Jesus Rodrigues Falcão^{*1}; Paola Machado Parreiras²; Luciana Rodrigues da Cunha³; Janaína Aparecida Vieira Nogueira⁴; Thaís Silva Falco; Camila Carvalho Menezes³

Resumo

A pasteurização é o processo utilizado nos bancos de leite humano para se obter um leite seguro microbiologicamente para os recém-nascidos. Apesar da sua evidente importância, este processo pode reduzir alguns componentes do leite humano (LH), como o retinol. O retinol é a forma ativa da vitamina A, que possibilita o crescimento rápido e desempenha papel no sistema imunológico do lactente. A termossonicação consiste na combinação da tecnologia de ultrassom e aquecimento. Este processo surge como alternativa ao tratamento térmico convencional, tendo como objetivo reduzir o tempo e temperatura de processamento, podendo levar a uma diminuição de perdas nutricionais. Diante do exposto, este trabalho avaliou o processo de termossonicação em comparação ao de pasteurização lenta (62,5 °C) sobre a concentração de retinol no LH. Amostras de 40 mL de LH foram termossonicadas a 60 °C/4 minutos e 62,5 °C/4 minutos e comparadas às amostras controle de leite humano cru e leite humano pasteurizado. Em todos os processos as amostras apresentaram concentrações de retinol muito próximas a do leite cru, mostrando uma interferência não significativa dos diferentes processos no teor de retinol do LH.

Palavras-chave: Micronutrientes. Pasteurização. Ultrassom.

Introdução

O LH é um produto proveniente da glândula mamária e não é visto apenas como um alimento, mas também como um sistema biológico funcional e dinâmico que fornece nutrientes, compostos bioativos e fatores imunológicos, promovendo crescimento e desenvolvimento adequado de recém-nascidos (SOUZA; DELGADILLO; SARAIVA, 2014). No que diz respeito aos micronutrientes, as

¹Graduanda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFOP

²Mestranda em Saúde e Nutrição, UFOP

³Professora Doutora do Departamento de Alimentos, DEALI, UFOP

⁴Graduanda em Nutrição, UFOP

principais vitaminas do LH são as vitaminas do complexo B, e as A, C, D e K (ANDREAS; KAMPMANN; LE-DOARE, 2015).

A vitamina A é um micronutriente lipossolúvel que está presente na forma pré-formada em alimentos de origem animal e é absorvida como retinol, sua forma ativa e que possui atividade metabólica. No corpo, o retinol pode ser convertido em retinal e ácido retinóico, outras formas ativas dessa vitamina (CAMPOS; ROSADO, 2005).

A vitamina A possibilita o crescimento rápido e desempenha papel no sistema imunológico do lactente (GURGEL *et al.*, 2018). A deficiência subclínica dessa vitamina pode propiciar doenças infecciosas levando a quadros de imunodeficiência de origem nutricional como displasia broncopulmonar, dificuldades respiratórias, retinopatia da prematuridade e doenças infecciosas comumente observadas em recém-nascidos prematuros, bem como a piora de casos diarréicos (LIMA *et al.*, 2017; MELO; RIBEIRO; DIMENSTEIN, 2004).

O processo de pasteurização do leite assegura a distribuição de um alimento livre de micro-organismos patogênicos para os recém-nascidos (BRASIL, 2008). Porém, existem estudos mostrando que esse tratamento pode reduzir alguns componentes presentes no LH, como o retinol e outros que interferem diretamente na capacidade total (OLIVEIRA; MARINHO *et al.*, 2010). Visto isso, é importante estudar outras técnicas de tratamento que sejam possíveis para preservar os componentes que são perdidos durante a pasteurização lenta.

O tratamento por ultrassom pode ser uma técnica promissora para o processamento de alimentos quando comparada com os processos de térmicos convencionais (VILLAMIEL; JONG, 2000). De acordo com Demirdöven e Baysal (2008), o US pode ser usado sozinho ou combinado com outras tecnologias como calor (termossonicação), pressão (manossonicação) e pressão com calor (manotermossonicação). TS é considerada para reduzir temperatura e tempo de processamento para processos de pasteurização ou esterilização. A redução do tempo e/ou temperatura de processamento pode resultar na melhoria da qualidade do alimento e na preservação de alguns componentes.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da termossonicação na concentração de retinol em comparação ao efeito causado pela pasteurização lenta.

Material e métodos

Foi verificado o efeito da termossonicação sobre a concentração de retinol no LH nos binômios de tempo e temperatura de 60 °C/4 minutos e 62,5 °C/4 minutos. O estudo foi caracterizado por dois tratamentos controles que foram: leite humano cru (LHC) e leite humano pasteurizado (LHP)

por pasteurização lenta conforme preconizado por Brasil (2008). O estudo foi conduzido em três repetições.

Seleção das doadoras e obtenção das amostras de leite humano

Para essa etapa do experimento foram convidadas a participar todas as nutrizes doadoras de LH de forma contínua (não esporádica) ao BLH da Santa Casa da Misericórdia de Ouro Preto – Ouro Preto, MG no período de novembro de 2018 a janeiro de 2019. O recrutamento foi realizado por meio de contato telefônico, após a pesquisa ser aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto, sob o número de CAAE 82411818100005150. Àquelas que aceitaram participar assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Como critério de exclusão adotou-se a idade abaixo de 20 anos. Foram obtidos aproximadamente 60 mL de LH de cada uma das 10 doadoras participantes, sendo que a extração foi realizada por ordenha manual em seus domicílios e os leites foram transportados em frascos de vidro transparentes, colocados em caixa isotérmica com gelo para manter a temperatura próxima de 0 °C e encaminhados imediatamente para o Laboratório de Nutrição Experimental sem ultrapassar seis horas, de acordo com BRASIL (2008). Os leites de todas as doadoras foram homogeneizados para formar o pool de LH utilizado para a condução do experimento.

Processamento do leite humano

- Pasteurização lenta

As amostras contendo 40 mL de LH foram pasteurizadas em banho-maria (marca Kacil, modelo Bm02), a 62,5 °C por 30 minutos com agitação manual dos frascos de cinco em cinco minutos, sem removê-los do banho. O controle da temperatura do LH foi realizado por meio de termômetro no ponto frio localizado no centro do frasco. Após o tratamento térmico, realizou-se resfriamento dos frascos em banho de gelo até que o leite atingisse temperatura igual ou inferior a 5 °C. Todos os procedimentos citados foram realizados conforme protocolo preconizado pelo Manual de Banco de Leite Humano (BRASIL, 2008).

- Termossonicação

As amostras contendo 40 mL de LH foram tratadas com o equipamento de ultrassom de banho (marca Branson, modelo CPX3800H), com frequência de 40 KHz e potência de 100 W. Os leites foram termossonicados após atingir a temperatura do tratamento avaliado. Para o controle da temperatura do LH utilizou-se o termômetro no ponto frio localizado no centro de um frasco controle (BRASIL, 2008). Após o tempo de processamento, as amostras foram imediatamente resfriadas em banho de gelo até que o leite atingisse temperatura igual ou inferior a 5 °C.

- Análise de vitamina A (retinol)

A extração do retinol nas amostras de leite foi realizada de acordo com o método apresentado por Giuliano *et al.* (1992) com algumas adaptações. Primeiramente, foi adicionado 750 µL da solução de etanol HPLC/ButilatoHidroxitolueno (BHT) (0,1 %) em uma alíquota de 700 µL de leite, os quais foram agitados em vórtex por 15 segundos. Posteriormente, 1000 µL de solução de hidróxido de potássio/água 50 % foi acrescentado e agitado em vórtex por 10 segundos. Após homogeneização, as amostras foram aquecidas em banho-maria a 50 °C por 1 hora, sendo então agitadas a cada 15 minutos para uma melhor eficiência do processo de saponificação. Em seguida, foi colocado 4 mL de hexano/BHT (0,1 %), que tem o papel de solvente para o processo de extração. As amostras foram agitadas por 10 segundos e ficaram em repouso por 5 minutos para a recuperação do sobrenadante. Esse procedimento foi realizado por três vezes consecutivas e totalizou-se a recuperação de 7,5 mL de sobrenadante, que foi evaporado utilizando atmosfera de nitrogênio a temperatura ambiente. A reconstituição foi com 100 µL de etanol HPLC, seguida da etapa de determinação. Para as dosagens de retinol foram utilizados o método de cromatografia líquida de alta eficiência (high performance liquid chromatography - HPLC) em detector DAD Shimadzu, varredura de 190 a 800 nm, coluna SunFire C18 3.5 µm, 4.6 x 75 mm (Waters), com comprimento de onda para retinol de 325 nm e fluxo 1 mL/min. de metano/água (95 %).

Foram injetados 20 µL do extrato obtido para a determinação de retinol. Para obtenção da curva padrão dopou-se o LH com o padrão all-trans-retinol sintético diluído em etanol grau HPLC nas concentrações de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 15 µg/mL. Essas amostras foram submetidas ao mesmo procedimento de preparo e análise das amostras. Obteve-se a curva analítica plotando-se a concentração de retinol (µmoles de retinol/L) e área sob o pico, gerando a seguinte equação: área =

221080 x Conc. + 191124 ($R^2 = 0,9958$). Esta curva foi utilizada para o cálculo das concentrações de retinol dos extratos dos leites.

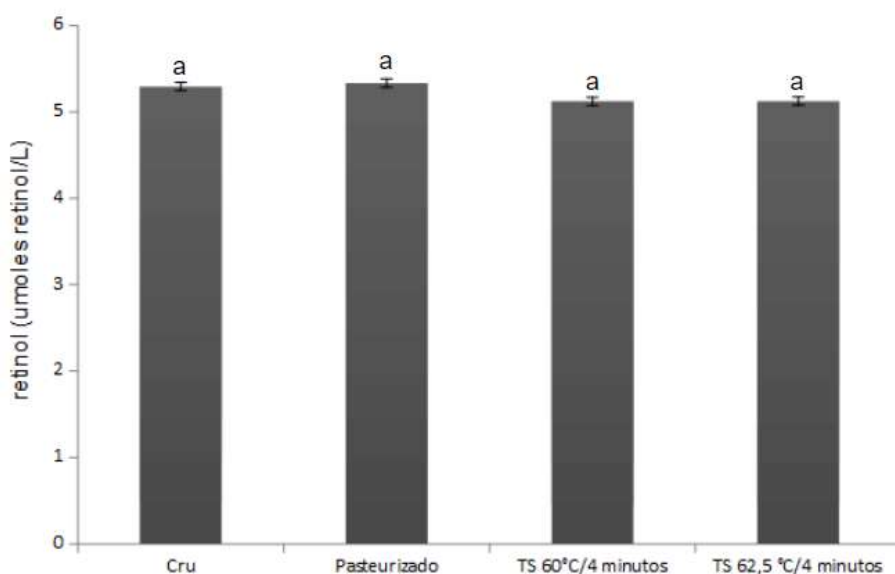
Análise dos resultados

Após obtenção dos dados, primeiramente, aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade dos dados. Em caso de distribuição normal, os resultados foram analisados por meio de análise variância (ANOVA), seguido do teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para distribuição não normal, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis seguido de pós-teste de Dunn's. Todas as análises foram realizadas utilizando-se um nível de significância de 5 %. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software PRISMA versão 6.01.

Resultados e discussão

As concentrações de retinol encontradas foram de 5,294 $\mu\text{moles/L}$ para o LHC, 5,335 $\mu\text{moles/L}$ para o LHP, 5,123 $\mu\text{moles/L}$ para o LH termossonicado a 60 °C/4 minutos e 5,125 $\mu\text{moles/L}$ para o LH termossonicado a 62,5 °C/4 minutos. O Gráfico 1 mostra as comparações entre o LHC e os diferentes tratamentos.

Gráfico 1 - Concentrações de retinol nos leites cru, pasteurizado (62,5 °C/30 minutos) e termossonicado por 60 °C e 62,5 °C



Fonte: Dos autores, 2019.

Nota: Letras iguais nas diferentes colunas representam diferença não significativa ao nível de significância de 5%.

Pode-se observar que não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os leites humano cru e processados por pasteurização lenta e termossonicação. Observando apenas a pasteurização (62,5 °C) e o tratamento por TS a 62,5 °C/4 minutos vemos que ao aplicarmos uma mesma temperatura, com redução do tempo em relação de exposição, as concentrações de retinol não apresentaram diferenças significativas, mostrando que a aplicação de US por si só não leva a uma maior garantia da qualidade nutricional do LH, em se tratando do teor de retinol. Uma possível explicação para esse resultado são as características desse composto, sendo fotossensível e passível à ação do oxigênio, no entanto, é relativamente estável ao calor (RONCADA, 2003).

Cabe ressaltar que faz-se necessário a realização de outros estudos para avaliar a redução de diferentes componentes do LH para se ter uma visão mais clara de qual processo seria melhor para a manutenção geral da qualidade nutricional do LH.

Conclusão

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que tanto o processo de pasteurização quanto a TS, nos dois binômios utilizados, não interferem nas concentrações de retinol do LH.

Referências

- ANDREAS, N. J.; KAMPMANN, B.; MEHRING LE-DOARE, K. Human breast milk: A review on its composition and bioactivity. **Early Human Development**, v. 91, n. 11, p. 629–635, 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Banco de leite humano: funcionamento, prevenção e controle de riscos/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** – Brasília: Anvisa, 2008.
- CAMPOS, F. M.; ROSADO, G. P.. Novos fatores de conversão de carotenóides provitamínicos. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.571-578, 2005.
- DEMIRDÖVEN, A.; BAYSAL, T. The Use of Ultrasound and Combined Technologies in Food Preservation. **Food Reviews International**, v. 25; n.1, p. 1-11, 2008.
- GIULIANO, A. R; NEILSON, E. M.; KELLY, B. E.; CANFIELD, L. M. Simultaneous quantitation and separation of carotenoids and retinol in human milk by high-performance liquid chromatography. **Methods in Enzymology**, v. 213, p. 391-9, 1992
- GURGEL, C. S. S.; GRILO, E C.; LIRA, L.Q.; ASSUNÇÃO, D. G. F.; OLIVEIRA; P. G.; MELO, L. R. M; MEDEIROS, S. V. PESSANHA, L. C.; DIMENSTEIN, R.; LYRA, C. O. Vitamin A nutritional status in high- and low-income postpartum women and its effect on colostrum and the requirements of the term newborn. **Jornal de Pediatria**, v.94, n. 2, p. 207-215, 2018.
- LIMA, M. S. R.; RIBEIRO, K.D. S.; PIRES, J. F.; BEZERRA, D. F.; BELLOT, P. E. N. R.; WEIGERT, L. P. O.; DIMENSTEIN, R.. **Early Human Development**, v.106, n.107, p. 41– 45, 2017.
- MELO, I. L. P. ; RIBEIRO, K. D. S.; DIMENSTEIN, R. Study of retinol level variations of human

colostrum among parturient women with term and pre-term newborns. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 4, n. 3, p. 249 - 252, 2004.

OLIVEIRA, A. M. M. M.; MARINHO, H. A. Determinação de vitamina A no leite de mães doadoras do banco de leite humano (BLH) de Manaus/AM: efeito do processamento. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 59–64, 2010.

RONCADA, M.J. 2003. Vitamina A, p. 167-178. In: Dutra de Oliveira, J. E & Machine, J. S. **Ciências Nutricionais**. São Paulo. Sarvier.

SOUZA, S. G.; DELGADILLO, I.; SARAIVA, J. A. Human Milk Composition and Preservation: Evaluation of High-pressure Processing as a Nonthermal Pasteurization Technology. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 6, p. 1043–1060, 2014.

VILLAMIEL, M.; DE JONG, P. Influence of High-Intensity Ultrasound and Heat Treatment in Continuous Flow on Fat, Proteins, and Native Enzymes of Milk. **J. Agric. Food Chem**, v. 48, n. 2, p. 472–478, 2000.

Capítulo 51

Avaliação de filmes obtidos por misturas de soluções de quitosana, carboidrato e proteína

Débora Lemos da Silva¹; Camilly Fernandes de Lima Brito¹; Pablo Luan de Jesus Dantas¹; Annie Nolasco Alves²; Jéssica Santos de Oliveira¹; Cristiane Patrícia de Oliveira *³.

Resumo

Blendas poliméricas são misturas de dois ou mais polímeros que possibilitam aperfeiçoamento das propriedades físico-químicas dos filmes. Neste estudo obteve-se filmes com a mistura de quitosana/amido/gelatina e avaliou-se suas características de espessura, permeabilidade ao vapor d'água, propriedades mecânicas (alongamento na ruptura e tensão de ruptura) e transparência. Os filmes foram desenvolvidos pelo método de casting sendo os tratamentos filme de quitosana-controle (C), filme de quitosana/amido (Q/A), filme de quitosana/gelatina (Q/G) e filme de quitosana/amido/gelatina (Q/A/G). Os filmes obtidos pela mistura de quitosana/gelatina apresentaram valores inferiores para as medidas de espessura ($0,063 \pm 0,007$ mm), permeabilidade ao vapor d'água ($0,694 \pm 0,071$ g.mm.(m².dia.mmHg)⁻¹) e transparência ($7,285 \pm 3,251$ %) quando comparados aos filmes controle obtidos apenas com a quitosana. As propriedades mecânicas não variaram entre os filmes. O estudo mostra que a obtenção de filmes de quitosana por blendas com outros biopolímeros pode melhorar suas características quando a espessura, transparência e permeabilidade.

Palavras-chave: Biopolímero. Blendas. Sustentabilidade.

Introdução

As embalagens desempenham papel fundamental na área de alimentos uma vez que apresentam funções que vão desde acondicionar o alimento até atuar como barreira frente ataques físicos, químicos e microbiológicos. Dessa maneira, o estudo de tecnologias aplicadas ao desenvolvimento de embalagens direcionadas para o uso em alimentos tem grande viabilidade.

¹Estudante de graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

²Estudante do programa de Pós Graduação em Engenharia e Ciência de alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

³Professora Titular, DTRA, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

*Autor para correspondência: cristianepatricia@hotmail.com

Um dos mecanismos para auxiliar na produção dos filmes biodegradáveis é a utilização de biopolímeros como a quitosana, o amido e a gelatina (PACHEKOSKI; DALMOLIN; AGNELLI, 2014). Em geral estes compostos têm características como disponibilidade, versatilidade, fácil extração e baixo custo, quando comparados a outras fontes vegetais, e possuem propriedade de formar filmes flexíveis e resistentes a ação mecânica (SUEIRO *et al.*, 2016). Contudo a utilização destes na confecção de filmes para aplicação em alimentos pode ser limitada já que isoladamente produzem materiais com alta permeabilidade ao vapor d'água e propriedades mecânicas muito distintas (LANDIM *et al.*, 2016)

Blendas poliméricas são misturas de dois ou mais polímeros que possibilitam aperfeiçoamento das propriedades físico-química dos filmes (LUNA *et al.*, 2015; PELISSARI *et al.*, 2009). A adição de outros biopolímeros na composição de filmes à base de quitosona mostra-se como uma boa alternativa para promover melhorias em algumas de suas características possibilitando que os mesmos possam ser utilizados como embalagem para alimentos.

Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo estudar filmes obtidos pela mistura dos biopolímeros quitosana, amido e gelatina e avaliar algumas características de qualidades dos filmes.

Material e métodos

Foi utilizado neste trabalho, para o preparo dos filmes, a quitosana proveniente da Polymar, sem tratamento prévio. Gelatina em pó (G) e amido (A) oriundo da batata. Os demais reagentes foram: glicerol ($C_3H_8O_3$) e ácido acético (CH_3COOH).

Soluções base para os filmes

Preparou-se: 1) Solução de quitosana 2% (p/v) em ácido acético 3% (v/v), adicionada do plastificante glicerol (20% em relação a massa de quitosana). A solução foi mantida sob agitação magnética por 24 h. 2) Solução de gelatina 2% (p/v) pela dissolução da gelatina em pó em água destilada à 40°C mantida sob agitação magnética por 30 min. 3) Preparou-se um gel de amido pela dissolução da fécula de batata 3% (p/v) em água destilada à 70°C. Esta mistura foi mantida sob agitação magnética até homogeneização e obtenção de um gel transparente.

Filmes de quitosana

Os filmes foram obtidos pelo método de *casting* (SOARES *et al.*, 1998) sendo a solução transferida para placas retangulares de vidro e colocada até secagem do filme em temperatura ambiente ($25,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$). No caso das blendas a solução foi mantida sob agitação magnética por 1 h até total homogeneização.

O filme controle (C) foi obtido apenas com a solução de quitosana a 3%.

Os filmes Q/G foram obtidos pela mistura da solução de gelatina com a solução de quitosana na proporção 1:1 (v/v).

Os filmes Q/A foram obtidos pela mistura do gel de amido com a solução de quitosana na proporção 1:1 (v/v).

Os filmes de (Q/A/G) foram obtidos pela mistura das soluções de quitosana, amido e gelatina proporção de 2:1:1 (v/v).

Análise visual dos filmes

A avaliação visual dos filmes foi determinada segundo Sarantópoulos *et al.* (2002). Os filmes com área de 100 cm^2 foram cuidadosamente analisados sob luz forte branca, considerando os seguintes parâmetros: 1) formato e dimensões; 2) material com odor indesejável; 3) presença na superfície do material de: bolhas de ar, furos e cortes, amassamento, fraturas e má distribuição da espessura, sujidades.

Determinação da espessura dos filmes

A avaliação da espessura dos filmes foi realizada utilizando-se micrômetro digital (PIK BPantec) com resultados expressos em milímetros (mm). Foram medidos cinco pontos ao longo dos 10 cm de comprimento segundo Sobral, 1999.

Avaliação das propriedades mecânicas dos filmes

Foram avaliadas as propriedades mecânicas dos biopolímeros a partir do teste de tração utilizando o equipamento CT3, Brookfield, USA, com células de 25 N, acoplado a uma garra TA-DGA Dual Grip Assembly, segundo metodologia modificada da ASTM (1995).

Permeabilidade ao vapor d'água dos filmes

Determinou-se a permeabilidade dos filmes a partir do teste da ASTM (1995). Com dessecador contendo água destilada com pressão de 32,23 mmHg e umidade relativa de 100% em sala climatizada a 21°C. Os filmes foram colocados em contato com a sílica gel e envoltos por uma membrana filmogênica. De acordo ao que foi descrito por (HENRIQUE; CEREDA; SARMENTO, 2008) as células foram pesadas em balança semi-analítica a cada 24 horas durante 15 dias.

Transparência dos filmes

Os filmes foram cortados em pedaços retangulares com 1 cm de largura e 3 cm de comprimento e analisados em espectrofotômetro. O compartimento vazio foi utilizado como referência para as medidas. A transparência dos filmes foi determinada medindo a porcentagem de transmitância (%T) a 600 nm usando espectrofotômetro de acordo com Sothornvit *et al.* (2010).

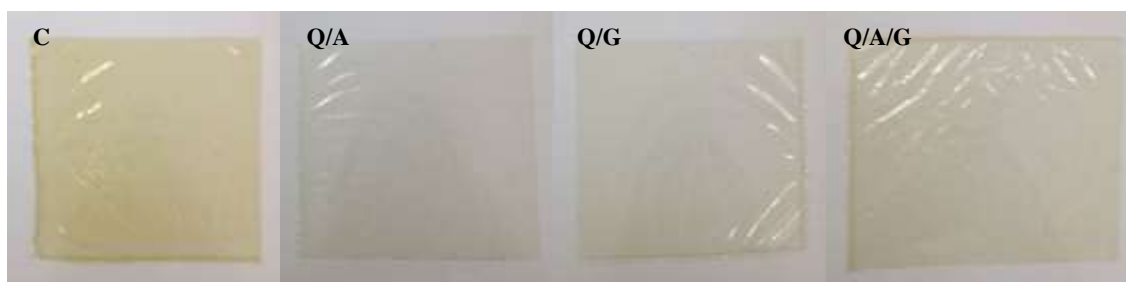
Os dados experimentais foram submetidos ANOVA quanto ao teste Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Avaliação visual dos filmes

Os filmes preparados apresentaram características visuais desejáveis. De modo geral foram obtidos filmes lisos, transparentes, homogêneos e inodoros e estão apresentados na Figura 1. Visualmente observou-se variação na cor dos filmes a depender da blenda.

Figura 1- Análise visual dos filmes a base de quitosana e suas respectivas blendas.



Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: C: concrole; Q/A: quitosana/amido; Q/G: quitosana/gelatina; Q/A/G: quitosana/amido/gelatina

Caracterização dos filmes

Na tabela 1 são apresentados os resultados obtidos dos filmes caracterizados segundo as suas propriedades de espessura, permeabilidade ao vapor d'água, propriedades mecânicas e transparência.

Os dados de espessura apresentados mostram que a adição de gelatina e amido causaram uma redução na espessura dos filmes e que houve diferença significativa entre a espessura dos filmes controle e filme de quitosana com gelatina. Em geral os valores de espessura têm relação com a concentração, estrutura química e outras características dos componentes que são adicionados na composição da blenda (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010). Uma maior redução foi observada nos filmes Q/G provavelmente devido ao tipo de estrutura formada pela blenda entre a quitosana e a gelatina. A estrutura da gelatina é pequena, linear e ocupa menor espaço entre as estruturas poliméricas da quitosana causando pouca influência sobre a espessura dos filmes.

Tabela 1 - Propriedades dos filmes de quitosana sintetizados com gelatina e fécula de batata

Parâmetros	Tratamentos			
	C	Q/A	Q/G	Q/A/G
Espessura (mm)	0,16 ± 0,02 ^a	0,07±0,01 ^{ab}	0,06 ± 0,01 ^b	0,09 ± 0,02 ^{ab}
PVA (g.mm.(m ² .dia.mmHg)	1,19 ± 0,23 ^a	0,79 ± 0,14 ^{ab}	0,69 ± 0,07 ^b	0,89 ± 0,18 ^{ab}
Alongamento (%)	25,4 ± 0,17 ^a	8,30±0,02 ^a	11,00 ± 0,03 ^a	9,90 ± 0,02 ^a
Tensão (MPa)	4,32 ± 4,02 ^a	7,90 ± 5,00 ^a	8,83 ± 9,10 ^a	8,21 ± 4,46 ^a
Transparência (%)	18,07 ± 1,02 ^b	27,00± 2,17 ^{ab}	31,10 ± 2,03 ^a	24,07 ± 1,35 ^{ab}

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: PVA: Permeabilidade ao vapor d'água; C: Controle; (Q/A): Quitosana/amido; Q/G: Quitosana/gelatina; Q/A/G: Quitosana/amido/gelatina.

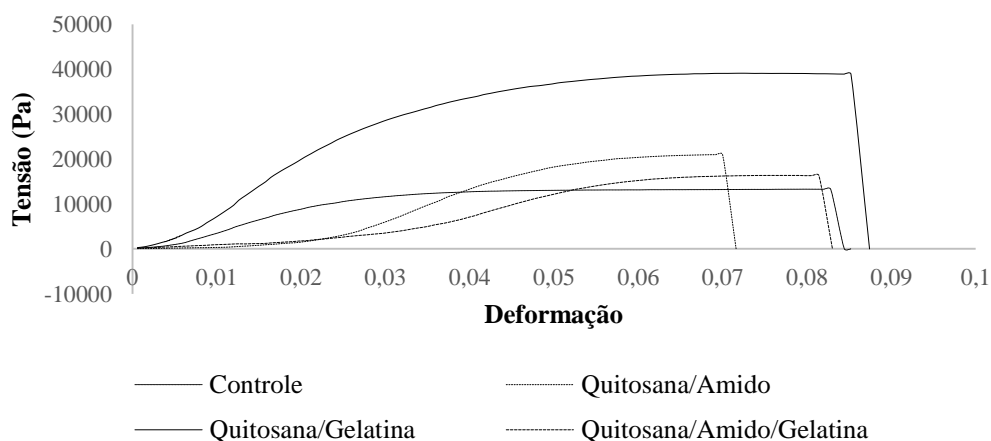
Nota: Médias seguidas da mesma letra em linha não se diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Quanto à permeabilidade a correlação entre os valores apresentados na Tabela 1 mostra que os filmes obtidos por blendas apresentaram uma redução de 41,7% (Q/G), 33,8% (Q/A) e 24,6% (Q/A/G) quando comparados ao filme controle. Os resultados para permeabilidade podem ser explicados pela disponibilidade de hidroxilas (OH⁻) presentes na estrutura do filme para ligar-se a água. A gelatina tem maior afinidade com a quitosana e por isso realiza maior número de ligações entre a estrutura destes componentes deixando menos hidroxilas disponíveis para interagir com as moléculas de água. O amido por sua vez tem maior afinidade com o grupamento amina da quitosana deixando assim hidroxilas mais disponíveis para ligação com a água.

A adição de amido de batata nos filmes de quitosana reduziu em 67,3% a capacidade de alongamento dos filmes. Já a adição de gelatina diminuiu 56,7% a capacidade de alongamento deste filme. Enquanto que a adição dos dois componentes (amido e gelatina) ao filme de quitosana proporcionou uma redução de 61,02% o alongamento do filme. A gelatina quando adicionada a blenda tem maior interação com a quitosana. São formadas ligações de hidrogênio entre os polímeros de quitosana e gelatina e essa estrutura fortalece o filme promovendo maior alongamento na ruptura. O amido por sua vez, tem menor afinidade com a quitosana o que forma ligações mais fracas, esse comportamento limita a interação das cadeias poliméricas da blenda de quitosana e amido fragilizando os filmes (ZHONG; XIA, 2008). Além disso, a estrutura da gelatina e do amido possuem conformações e tamanhos diferentes e isso influencia no alongamento dos filmes. A estrutura da gelatina é menor quando comparada a estrutura do amido promovendo filmes com uma conformação mais alinhada que permite maior alongamento na ruptura para o filme.

O diagrama de tensão e deformação formado pelos quatro filmes em estudo está apresentado na Figura 2. De acordo com o ilustrado, o filme controle apresentou maior fase plástica quando comparado aos demais tratamentos, visto que a estrutura formada por este filme proporcionou baixo grau de elasticidade sendo assim menor capacidade de se estender quando submetido a tração. Avaliando os dados quanto a tensão na ruptura observa-se que a mistura com gelatina e amido de batata promoveu aumento na tensão de ruptura dos filmes de quitosana. A gelatina aumentou em 51% a resistência à ruptura dos filmes de quitosana. A blenda de amido e quitosana apresentou uma redução de 45% na resistência a ruptura. Por sua vez os filmes com conteúdo de gelatina e amido proporcionou aumento de 47,3% na resistência a ruptura dos filmes.

Figura 2 - Diagrama de tensão e deformação das blendas poliméricas com quitosana



Fonte: Dos autores, 2019.

A blenda de Q/A/G apresentou maior resistência ao escoamento e uma menor fase plástica evidenciando que o tipo de estrutura formada a partir desta blenda não pode garantir maior estabilidade das ligações quando submetidas ao teste de tração. Ao analisar o diagrama obtido com os valores de tensão e deformação para a blenda de Q/G, verifica-se que houve aumento na fase plástica juntamente a uma elevação na tensão de ruptura e apresentou maior grau de elasticidade atribuindo ao filme capacidade de se estender quando submetidos a altas tensões. Os fatores que influenciam na avaliação do alongamento na ruptura são os mesmos que afetam a avaliação da tensão na ruptura.

Para transparência observou-se que os filmes da mistura entre quitosana e gelatina foram 69,7% mais transparentes do que os filmes controle indicando que a adição deste composto ao filme formou uma estrutura polimérica que permitiu maior passagem do feixe de luz. Em geral a espessura também interfere na transparência dos filmes sendo que filmes mais espessos tendem a ter menor transparência. Esta relação foi observada também ao comparar os filmes de Q/G e C, indicando que não só a diferença na composição mais também a diferença na espessura contribuiu para a maior transparência dos filmes da blenda Q/G. Esta avaliação é importante para a determinação da melhor blenda uma vez que a transparência das embalagens de alimentos pode interferir em fatores tais como as características de qualidade do produto e nas decisões de compra do consumidor.

Conclusão

É possível concluir que os filmes de quitosana com blendas de amido e gelatina não foram alterados em relação as suas propriedades mecânicas. Contudo, outros parâmetros como permeabilidade ao vapor d'água, espessura e transparência podem sofrer modificações.

Dessa forma os filmes tornam-se alternativas promissoras para serem utilizados na confecção de embalagens para aplicação na indústria de alimentos de acordo com suas características apresentadas.

Referências

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. **Standard Test Methods for Tensile Properties of Thin Plastic Shelling**. ASTM D882-95a. New York, 1995.
- LANDIM, A. P. M. et al. **Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil**. Polímeros., vol.26, p.82-92, 2016.
- LUNA, C. B. B. et al. **Desenvolvimento de Blendas Poliméricas visando a Tenacificação dos Polímeros: Uma revisão**. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, vol. 36, p. 67-80, 2015.

- HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. **Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca.** Ciências e Tecnologia e Alimentos, Campinas, vol. 28, 231-240, 2008.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. **Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, vol. 31, p. 137-156, 2010.
- PACHEKOSKI, W. M.; DALMOLIN, C.; AGNELLI, J. A. M. **Blendas poliméricas biodegradáveis de PHB e PLA para fabricação de filmes.** Polímeros, vol. 24, p. 501-507. 2014.
- PELLISSARI, F. M. et al. **Antimicrobial, mechanical, and barrier properties of cassava starch/chitosan films incorporated with oregano essential oil.** Journal of Agriculture Food Chemistry, vol.57, p.7499-7504, 2009.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. et al. **Embalagens plásticas flexíveis - principais polímeros e avaliação de propriedades.** Campinas: CETEA/ITAL, 2002. 267 p.
- SOARES, N. F. F. et al. **Novos desenvolvimentos e aplicações em embalagens de alimentos.** Revista Ceres, vol. 56, p.370-378, 2009.
- SOBRAL, P. J. A. **Propriedades funcionais de biofilmes de gelatina em função da espessura.** Ciência & Engenharia, vol. 8, p. 60-67, 1999.
- SOTHORNVIT, R. et al. **Effect of clay content on the physical and antimicrobial properties of whey protein isolate/organo-clay composite films.** Food Science and Technology, vol. 43, p. 279-284, 2010.
- SUEIRO, A. C. et al. **Filmes biodegradáveis de amido de mandioca, pululana e celulose bacteriana.** Quim. Nova, vol. 39, p. 1059-1064, 2016.
- ZHONG, Q.; XIA, W. **Physicochemical Properties of Chitosan-Based Films.** Food Technol. Biotechnol. vol. 46, p. 262–269, 2008.

PATROCINADORES



APOIO





Foto: Isabel Rodrigues Marinho Maia

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-64190-16-0



9 788564 190160