

Ana Luíza Machado Silveira

**APROVEITAMENTO DA TORTA RESIDUAL PROVENIENTE DA
EXTRAÇÃO DO ÓLEO DA AMÊNDOA DE MACAÚBA (*Acrocomia
aculeata*) PARA PRODUÇÃO DE FARINHA DESTINADA À
ALIMENTAÇÃO HUMANA**

Departamento de Engenharia Química da UFMG

Belo Horizonte, MG

2014

Ana Luíza Machado Silveira

**APROVEITAMENTO DA TORTA RESIDUAL PROVENIENTE DA
EXTRAÇÃO DO ÓLEO DA AMÊNDOA DE MACAÚBA (*Acrocomia
aculeata*) PARA PRODUÇÃO DE FARINHA DESTINADA À
ALIMENTAÇÃO HUMANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Química

Orientadora: Professora Doutora Maria Helena Caño de Andrade.

Departamento de Engenharia Química da UFMG

Belo Horizonte, MG

2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, pela força e coragem para sempre seguir em frente e chegar à conclusão deste mestrado.

Agradeço aos meus pais Cecília e Dimas, e ao meu irmão Leandro pelo apoio, conselhos e incentivo para chegar ao fim deste trabalho, ajudando inclusive a separar as amêndoas junto comigo. Em especial à minha mãe por ajudar na revisão da dissertação.

Ao Rafael, meu namorado, pela ajuda em diversas etapas do mestrado, apoio, paciência e incentivo, muitas vezes, ajudando a relaxar em momentos de grande tensão.

Ao Vinícius e à Rosa que também participaram deste processo longo e trabalhoso que foi a separação das amêndoas da Macaúba de seu endocarpo.

Agradeço aos amigos e companheiros do Laboratório da Macaúba do DEQ: Rafaela, Rafael, Mariana, Luíza, Camila e aos demais que estiveram presentes e ajudaram a fazer este trabalho bem mais divertido, participando do processo de colheita, despoldamento e prensagem das diversas partes da Macaúba.

À Lorena, um agradecimento todo especial pela amizade de sempre, desde a época do UNI-BH, dando conselhos preciosos, sendo companheira em diversos momentos e ajudando a manter o foco, e claro, deixando tudo mais divertido também.

Às Broas, Doces e Primosas que apoiaram e incentivaram durante toda a fase do mestrado.

À professora Dra. Maria Helena Caño de Andrade pela amizade, dedicação, orientação, apoio e incentivo.

À Carolina Maria pelo incentivo e pontapé inicial para minha entrada no Programa de Pós-Graduação de Engenharia Química da UFMG.

À professora Dra. Lúcia Helena Esteves dos Santos Laboissière pelo apoio e co-orientação na realização da análise sensorial dos biscoitos tipo *cookies* da torta da amêndoa da Macaúba.

À equipe do Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG, principalmente à Natália e Aline, pela disponibilidade e colaboração na realização dos testes de aceitação e intenção de

compra dos biscoitos tipo *cookies*. E aos voluntários que participaram da pesquisa de análise sensorial deste projeto.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Química, em especial ao Alexandre pelo apoio e auxílio nas diversas dúvidas relacionadas aos procedimentos técnicos do dia adia que surgiram durante o desenvolvimento deste trabalho.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

À equipe SENAI – UINS pela compreensão nos momentos em que precisei me ausentar para realizar as atividades relacionadas ao mestrado e ao SENAI – CETEC pelas análises realizadas, principalmente aos amigos Christiano Guirlanda e Isabela Oliveira.

À Gisele Ribeiro, professora Juliana Teixeira e Jéssica Tauany do Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de São João Del-Rei / Campus Centro Oeste Dona Lindu pela análise microbiológica da torta da amêndoa da Macaúba realizada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFMG pela oportunidade.

À empresa DIBIO, representada pelo Jairo, pela disponibilidade do uso da despoldadeira, da prensa mecânica contínua e do moinho de bolas para o processamento das amêndoas.

À UFV pela disponibilização das Macaúbas.

À professora Lúcia Peret e ao UNI-BH por ter nos recebido diversas vezes na planta piloto e nos dado várias ideias preciosas.

A todos que colaboraram de alguma forma para realização deste sonho.

RESUMO

Com a crescente preocupação no aproveitamento sustentável dos diversos recursos oferecidos pelo Brasil, uma palmeira vem ganhando destaque frente aos cientistas brasileiros por encontrar-se em grande parte do território nacional: a Macaúba (*Acrocomia aculeata*). Atualmente, essa cultura vem sendo aproveitada por cooperativas e pequenas indústrias que se utilizam de experiências vividas e desenvolvidas por comunidades rurais, voltadas principalmente para extração dos dois óleos do fruto da Macaúba, utilizando-os na alimentação e na produção de sabão. Contudo, principalmente no Estado de Minas Gerais, a presença significativa de maciços naturais e a alta produtividade em óleo dos frutos têm levado ao desenvolvimento de pesquisas com foco no aproveitamento integral de todas as partes do fruto para os setores industriais de produção de alimentos, cosméticos, fármacos e de geração de energia. O teor de óleo no fruto pode alcançar 20% da massa do fruto fresco, podendo este ser extraído tanto a partir da polpa, majoritariamente composta de ácidos graxos insaturados, principalmente do tipo oleico, quanto da amêndoa, que possui maior quantidade de ácidos graxos saturados do tipo láurico. Após a extração dos óleos da polpa e da amêndoa, obtêm-se como coprodutos as tortas que possuem características nutricionais e sensoriais de interesse para a indústria alimentícia. O objetivo geral deste trabalho consiste no processamento da amêndoa visando à obtenção de óleo e torta. Na análise do processo de extração por prensagem, avaliou-se a eficiência em função da redução da granulometria da matéria-prima. Os resultados indicaram que a prensagem da amêndoa cominuída em partículas de 1,60 mm ou menores não causaram aumento significativo no percentual de óleo extraído, não compensando o acréscimo de uma etapa do processo. Assim, o uso das amêndoas com granulometrias variadas resultantes da quebra no processo de separação das partes em britadores é recomendado. Estão incluídos nesse trabalho, os resultados da caracterização do óleo em relação aos índices de qualidade e estrutura lipídica, bem como a avaliação da torta por meio da análise de composição centesimal. O óleo da amêndoa mostrou-se resistente à deterioração, mantendo uma baixa acidez e teor de umidade, e teste de peróxidos negativo. A caracterização da torta da amêndoa mostrou teores elevados de proteínas (17,73%), fibras (41,48%) e lipídios (47,35%)

e baixa umidade (6,32%), comprovando seu potencial nutritivo e a possibilidade de sua utilização para a produção de alimentos. O aproveitamento da torta da amêndoa para o desenvolvimento de um biscoito tipo *cookie* pela proposição de uma forma direta de utilização desta torta por meio da substituição da farinha de trigo em 0%, 30% e 60% na formulação padrão do biscoito foi o foco final deste trabalho. Os resultados da análise sensorial dos biscoitos tipo *cookie* indicaram que o emprego da torta na obtenção de um alimento foi satisfatório. Os biscoitos tipo *cookie* apresentaram médias para as diversas características testadas dentro da área de aceitação para os *cookies* com 30% e 60%. Destaca-se que a facilidade e o baixo custo do processamento fazem com que essa forma de utilização seja acessível ao pequeno produtor.

Palavras-chave: Amêndoa da Macaúba; *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. ex Mart.; biscoito; óleo da amêndoa da Macaúba; análise sensorial; indústria alimentícia, consumidor, torta da amêndoa da Macaúba.

ABSTRACT

Nowadays the sustainable exploitation of the many resources in Brazil brought a new kind of palm tree to be studied by the Brazilian scientist community due to its presence in great part of the territory: the Macaúba (*Acrocomia aculeata*). Producer co-operative and small factories are the mainly vendors of Macaúba and they use their life experience in the rural community to get the oil present in the fruit and then use it to produce aliments and soap. However, mainly in the State of Minas Gerais, the significant presence of natural massive and the high productivity in oils of the fruit have led to the development of researches of the integral use of all parts of the Macaúba on several sections as food, cosmetic, pharmacy and energy industries. The quantity of oil in the fruit reaches until 20% in mass of fresh fruit, being got from pulp that is composed majority by unsaturated fatty acid, oleic type or from the kernel that is composed majority by saturated fatty acid, lauric type. The co-products from the pulp and kernel oil extraction are the cakes that can be used in the food industries due to their nutritional and sensory characteristics. The aim of this work is to process the kernel to obtain oil and cake. In the analysis of the extraction process by press it was evaluated the efficiency in function of the reduction of kernel size. The results demonstrated that the reduction in size of 1.60 mm or smaller is not efficient once that there wasn't an increase of oil extraction. Hence, the use of kernels with several sizes resulted by the process of separation of kernel from cored throughout the crusher is the recommended. The paper work includes the results from the characterization of the oil related to the quality parameters and lipid structure, as well as the evaluation of the cake throughout the analysis of centesimal compounds. Kernel oil showed to be resistant to deterioration, keeping a low acidity and moisture, and peroxide test negative. The kernel cake characterization showed high values to proteins (17.73%), fibers (41.48%) and lipids (47.35%) and low moisture content (6.32%), proving its nutritive value and the possibility of use in food. The ending focus of this work is the use of the kernel cake to produce cookies. Three different formulas for cookie production were developed, with respective wheat flour replacement levels of 0%, 30% and 60%. The results of sensory analysis indicate that the application of this cake is positive, presenting good averages in the Acceptance Tests for the levels of 30% and 60% replacement. Yet, it is important to

remind that its low cost and facility of processing make this way of use to be very accessible to small producers.

Keywords: Kernel of Macaúba; *Acrocomia aculeata*; cookies; kernel oil from Macaúba; sensory analysis; food industry; consumer; kernel cake from Macaúba.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A palmeira Macaúba e seus frutos	6
Figura 2 – Distribuição geográfica da Macaúba, espécie <i>Acrocomia aculeata</i>	7
Figura 3 - Identificação do fruto da Macaúba	9
Figura 4 – Óleos extraídos da amêndoa e da polpa da Macaúba.	11
Figura 5 - Ésteres derivados da glicerina presente em óleos e gorduras.....	12
Figura 6 - Principais ácidos graxos presentes em óleos e gorduras	14
Figura 7 – Estrutura do ácido láurico.....	14
Figura 8 - Fluxograma do processo de extração de óleo.	18
Figura 9 - Modelo de Prensa Hidráulica Manual	19
Figura 10 - Modelo de Prensa Contínua <i>Expeller</i>	20
Figura 11 - Mecanismo de reações de auto-oxidação de ácidos graxos.....	29
Figura 12 - Mercado de biscoitos segmentado em categorias	39
Figura 13 - Representação esquemática da cadeia de percepção sensorial	48
Figura 14 - Exemplo de escalas hedônicas.....	51
Figura 15 - Coletor de Macaúbas instalado numa palmeira da UFMG.....	53
Figura 16 - Amêndoas inteiras retiradas da Macaúba	54
Figura 17 - Fluxograma do processo de obtenção das amêndoas da Macaúba	55
Figura 18 - Fluxograma do processamento dos biscoitos tipo <i>cookie</i>	67
Figura 19 – Gráfico do perfil graxo do óleo das amêndoas do lote 1	77
Figura 20 - Desenvolvimento da acidez na farinha da amêndoa da Macaúba	82
Figura 21 – Respostas da pesquisa com provadores	87
Figura 22 - Histograma de frequência das notas em relação à aparência	90
Figura 23 - Histograma de frequência das notas em relação ao odor.....	91
Figura 24 - Histograma de frequência das notas em relação ao sabor	93
Figura 25 - Histograma de frequência das notas em relação à textura	94
Figura 26 - Histograma de frequência das notas em relação à impressão global	96
Figura 27 - Histograma de frequência das notas em relação à intenção de compra	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição e teor de óleo do fruto da Macaúba.....	10
Tabela 2 – Composição de ácidos graxos da Macaúba.....	11
Tabela 3 - Principais países produtores de soja.....	23
Tabela 4 – Teores de ácidos graxos em óleo de abacate de diferentes cultivares ...	25
Tabela 5 - Transformação da escala nominal em numérica.....	51
Tabela 6 - Formulações dos biscoitos tipo <i>cookie</i>	66
Tabela 7 - Distribuição das notas no teste de aceitação	69
Tabela 8 - Teores de umidade, óleo e acidez da amêndoa da Macaúba.....	71
Tabela 9 - Resultado do rendimento da extração.....	73
Tabela 10 – Parâmetros de qualidade do óleo da amêndoa da Macaúba	74
Tabela 11 - Perfil graxo do óleo da amêndoa da Macaúba do lote 1	78
Tabela 12 - Composição centesimal da farinha da amêndoa em base úmida	79
Tabela 13 - Comparação das médias do desenvolvimento da acidez da farinha da amêndoa da Macaúba.....	83
Tabela 14 – Análise microbiológica sem aquecimento.....	84
Tabela 15 - Análise microbiológica com aquecimento	84
Tabela 16 - Resultados da composição centesimal das três formulações de biscoitos tipo <i>cookies</i>	85
Tabela 17 - Caracterização sociodemográfica dos consumidores	86
Tabela 18 - Médias das notas em relação à aparência.....	89
Tabela 19 - Médias das notas de aceitação em relação ao odor	91
Tabela 20 - Médias das notas de aceitação em relação ao sabor	92
Tabela 21 - Médias das notas em relação à textura.....	94
Tabela 22 - Médias das notas em relação à característica impressão global	95
Tabela 23 – Relação das características sensoriais que os julgadores mais gostaram e que mais desgostaram	97
Tabela 24 – Médias atribuídas às características sensoriais	97
Tabela 25 - Médias das notas em relação à intenção de compra	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADQ	Análise Descritiva Quantitativa
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
AOCS	American Oil Chemical Society
CNNPA	Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DEQ	Departamento de Engenharia Química
FDA	Food and Drug Administration
FM	Farinha de Macaúba
FPD	Formulação Padrão Doce
FPS	Formulação Padrão Salgada
IAL	Instituto Adolf Lutz
IEA	Instituto de Economia Agrícola
LASEC	Laboratório de Análise Sensorial e Estudos do Consumidor
LDL	Lipoproteínas de baixa densidade
MUFA	Ácido Graxo Mono-insaturado
PUFA	Ácido Graxo Poli-insaturado
QPM	Melhor Qualidade Proteica
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
SENAI - CETEC	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Centro Tecnológico
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TCM	Triglicerídeos de Cadeia Média
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFV	Universidade Federal de Viçosa
VCT	Valor Calórico Total

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS.....	4
2.1	Objetivos específicos	4
3	REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1	Macaúba.....	5
3.1.1	<i>Caracterização e distribuição</i>	5
3.1.2	<i>Usos e potencialidades</i>	8
3.1.3	<i>Composição do fruto</i>	9
3.1.4	<i>Características físico-químicas do óleo da amêndoa</i>	10
3.2	Óleos vegetais.....	12
3.2.1	<i>Importância dos óleos na alimentação humana</i>	14
3.2.2	<i>Mercado</i>	16
3.2.3	<i>Industrialização das sementes oleaginosas</i>	17
3.2.4	<i>Prensa hidráulica</i>	19
3.2.5	<i>Prensa contínua</i>	19
3.2.6	<i>Extração por solvente</i>	20
3.3	Os óleos vegetais na indústria alimentícia	21
3.4	Alterações lipídicas.....	25
3.4.1	<i>Fatores que aceleram a oxidação</i>	27
3.4.2	<i>Determinação do estado de oxidação</i>	30
3.4.3	<i>Como prevenir a oxidação</i>	31
3.5	Farinhas	33
3.5.1	<i>Farinha da macaúba</i>	35
3.6	Biscoitos e bolachas.....	36
3.6.1	<i>Principais matérias-primas utilizadas na elaboração de biscoitos e bolachas</i>	39
3.6.2	<i>Uso de matérias-primas alternativas para o desenvolvimento de biscoitos</i>	43
3.7	Desenvolvimento de Produtos.....	44
3.8	Análise sensorial.....	46
3.8.1	<i>Testes afetivos</i>	48
3.8.2	<i>Teste de aceitação: escala hedônica</i>	50
4	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E METODOLOGIA.	52
4.1	Equipamentos.....	52
4.2	Materiais e metodologia	52
4.3	Matéria-prima.....	52
4.4	Estudos do óleo e torta da amêndoa da macaúba	56
4.4.1	<i>Estudo da prensagem da amêndoa da macaúba</i>	56
4.4.1.1	<i>Caracterização físico-química da amêndoa</i>	56
4.4.1.1.1	<i>Matéria volátil e umidade</i>	56
4.4.1.1.2	<i>Teor de óleo</i>	56
4.4.1.1.3	<i>Acidez total titulável</i>	57
4.4.2	<i>Redução de partículas e peneiramento</i>	57
4.4.2.1	<i>Extração de óleo por prensa do tipo expeller</i>	58
4.4.3	<i>Caracterização físico-química do óleo da amêndoa</i>	58

4.4.3.1	Índice de acidez	58
4.4.3.2	Índice de saponificação.....	59
4.4.3.3	Índice de peróxidos	60
4.4.3.4	Perfil graxo	60
4.4.3.5	Umidade.....	61
4.4.4	<i>Caracterização físico-química da torta da amêndoa.....</i>	61
4.4.4.1	Determinação de umidade	61
4.4.4.2	Determinação de proteína bruta	62
4.4.4.3	Determinação de lipídios (extrato etéreo).....	62
4.4.4.4	Determinação de fibra bruta	63
4.4.4.5	Determinação do teor de cinzas	63
4.4.4.6	Determinação da fração glicídica ou carboidratos	64
4.4.4.7	Determinação do valor calórico total	64
4.4.4.8	Determinação de acidez álcool-solúvel	65
4.4.4.9	Determinação da estabilidade da torta da amêndoa da Macaúba ..	65
4.4.4.10	Avaliação microbiológica.....	65
4.5	Desenvolvimento e avaliação sensorial da torta residual da amêndoa da Macaúba em biscoitos tipo “cookies”	66
4.5.1	<i>Composição centesimal do biscoito tipo “cookie”</i>	68
4.5.2	<i>Grupo humano</i>	68
4.5.3	<i>Análise sensorial: teste de aceitação e intenção de compra</i>	69
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
5.1	Caracterização físico-química da amêndoa da Macaúba	71
5.1.1	<i>Matéria volátil e umidade</i>	71
5.1.2	<i>Teor de óleo.....</i>	72
5.1.3	<i>Acidez total titulável</i>	72
5.1.4	<i>Redução de partículas, peneiramento e rendimento da extração de óleo por prensa do tipo expeller.....</i>	73
5.2	Estudo das Características Físico-Químicas do Óleo da Amêndoa	74
5.2.1	<i>Índice de acidez.....</i>	74
5.2.2	<i>Índice de saponificação.....</i>	75
5.2.3	<i>Índice de peróxidos</i>	76
5.2.4	<i>Umidade.....</i>	76
5.2.5	<i>Perfil graxo</i>	77
5.3	Estudo das Características da Farinha da Amêndoa.....	78
5.3.1	<i>Composição centesimal da farinha da amêndoa</i>	79
5.3.2	<i>Determinação de acidez</i>	81
5.3.3	<i>Determinação da estabilidade da farinha da amêndoa da macaúba</i>	81
5.3.4	<i>Análise microbiológica.....</i>	83
5.4	Desenvolvimento do produto e análise sensorial do biscoito tipo cookie.....	84
5.4.1	<i>Testes de aceitação e intenção de compra.....</i>	86
6	CONCLUSÕES E SUGESTÕES	101
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
	APÊNDICES	112
	ANEXOS	120

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento constante da população e o desenvolvimento de tecnologias que preocupam com a sustentabilidade do planeta é de extrema importância que pesquisas sobre novas fontes de recursos naturais estejam sempre em avanço. O Brasil é considerado um país rico em recursos naturais pela diversidade da fauna e flora ao longo de seu território. Essa diversidade permite a busca de formas de aproveitamento consciente que propiciem benefícios a todos os seres vivos com manutenção da saúde desse ecossistema.

Atualmente, em função de o foco situar-se no desenvolvimento sustentável, presencia-se uma busca por fontes de recursos que irão substituir parcialmente o petróleo, que é um recurso natural não renovável e um dos maiores poluentes do meio ambiente. Nesse sentido, os óleos vegetais destacam-se como uma das matérias-primas com potencial para a produção de biocombustíveis, auxiliando na manutenção de um meio ambiente menos poluído, sendo o biodiesel o produto alternativo atualmente mais utilizado no mundo. Dessa maneira, observa-se uma mudança no mercado de óleos vegetais que, além de ser importante fonte de proteína vegetal e óleo para alimentos, passa a ser uma das principais fontes de produção de biodiesel, o que promove alterações no quadro da oferta e demanda desses produtos (IEA, 2008).

No Brasil, segundo a Lei 11.097/95 da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), tem-se, desde 2013, a obrigatoriedade da adição de 5,0% do combustível verde ao óleo diesel fóssil. Em conformidade com a Medida Provisória Nº 647/2014, essa adição passou a ser de 6,0%, a partir de 01 de julho de 2014 e passará a ser de 7,0%, a partir de 01 de novembro de 2014 (BRASIL, 2014). Para a produção desse biocombustível, atualmente há registro de mais de 20 matérias-primas em estudo, porém poucas são passíveis de pronto aproveitamento. Conseqüentemente, existe a necessidade de pesquisas mais aprofundadas, buscando o uso de diversas oleaginosas com foco no ciclo produtivo e tratos culturais necessários, e na avaliação das características físico-químicas como carburante, de forma a tornar viável uma escala produtiva adequada (IEA, 2008).

Segundo o IEA (2008), a busca de óleos vegetais para o mercado energético, acirrou no mercado internacional a competição entre potenciais exportadores como

Brasil, Estados Unidos, Argentina, Malásia e Indonésia, contribuindo para uma redução nos estoques e uma menor disponibilidade de óleos vegetais, bem como para a sustentação da alta nos preços. Nos dias atuais, as principais oleaginosas exploradas são a palma, a soja e a canola, sendo que o aumento de seus preços no mercado internacional não coloca em risco unicamente a sustentabilidade dos Programas Energéticos, mas também, a segurança alimentar de países mais pobres que são importadores de alimentos a partir dessas fontes.

No Brasil, especialmente no Estado de Minas Gerais, pesquisadores tem tido como foco de pesquisa uma palmeira oleaginosa nativa: a Macaúba (*Acrocomia aculeata* Jacq. Lodd. ex Mart.). O fruto dessa palmeira possui grande potencial para fornecimento de óleo, tanto para a produção de biodiesel, como para as indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica, uma vez que o percentual de óleo em base úmida no fruto fresco alcança teores de até 20%. Nesse percentual estão incluídos o óleo extraído da polpa, majoritariamente constituído por ácidos graxos insaturados principalmente do tipo oleico, bem como o óleo extraído da amêndoa, que possui maior quantidade de ácido graxo saturado do tipo láurico (PIMENTA, 2010).

Presente em parte do território brasileiro, a Macaúba é encontrada, principalmente na floresta latifoliada semidecidual, desde o Pará até São Paulo, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro (LORENZI, 2000). Atualmente, os óleos da Macaúba são obtidos de forma extrativista por comunidades, cooperativas e pequenas indústrias, utilizando-se de experiências vividas e desenvolvidas por comunidades rurais.

Nesse âmbito, observa-se uma ampla utilização das diversas partes da palmeira da Macaúba. Lorenzi (2006) mostra que não somente seus óleos são aproveitados através da polpa e da amêndoa como também há o aproveitamento do seu endocarpo para a produção de carvão vegetal um coproduto com alto poder calorífico. O autor menciona, ainda, que ocorre a produção de ração animal por meio do farelo e tortas resultantes da extração dos óleos, sendo estas ricas em fibras e proteínas. Em alguns casos, ainda se tem o aproveitamento de sua madeira para produção de mourões e estacas, das folhas para forragem animal e cobertura de casa e do estipe para produção de palmito.

Para atender à necessidade do mercado internacional de forma geral é interessante que se faça um estudo mais aprofundado sobre a qualidade dos óleos

extraídos da Macaúba assim como a eficiência do processo de extração utilizado. Uma caracterização físico-química desses óleos irá direcioná-los melhor para as diversas indústrias com interesse potencial.

O óleo extraído da polpa da Macaúba possui coloração amarelo-alaranjado, apresentando-se com maior acidez por possuir maior teor de umidade e ser passível de atividade enzimática, resultando na oxidação do óleo. A amêndoa do fruto tem uma menor velocidade de deterioração por se encontrar preservada dentro de um endocarpo rígido e por possuir menor teor de umidade. Assim, quando processada a partir de frutos frescos ou colhidos na safra, propicia a obtenção de um óleo com características de óleo refinado com baixo teor de acidez e conteúdo de fosfolipídios, sendo este passível de aproveitamento pela indústria de alimentos na sua condição *in natura*.

O objetivo deste trabalho reside no processamento da amêndoa do fruto da Macaúba mais especificamente no processo de extração, visando à obtenção de óleo e torta. Dessa forma, buscou-se no desenvolvimento desse estudo verificar a eficiência da extração do óleo por meio de tratamentos prévios ao processo, como por exemplo, a redução da granulometria da amêndoa. Buscou-se o desenvolvimento de um método de extração que possibilitasse a manutenção das características físico-químicas do óleo em condições favoráveis visando à produção de alimentos, tais como margarinas e óleos. O trabalho também incluiu um estudo da caracterização físico-químico desse óleo em relação aos parâmetros de qualidade e estrutura lipídica bem como da avaliação da qualidade da torta por meio da análise de composição centesimal. Na última parte deste trabalho é apresentado um estudo de aproveitamento potencial da farinha da torta da amêndoa no desenvolvimento de biscoitos tipo *cookie*.

2 OBJETIVOS

O objetivo global deste trabalho foi o de estabelecer procedimentos adequados para o processamento eficiente da amêndoa do fruto da Macaúba visando à obtenção de óleo e de farinha da torta com qualidade alimentícia, paralelamente a proposição do emprego da farinha da torta na formulação de um biscoito tipo *cookie*.

2.1 Objetivos específicos

Para o alcance do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram propostos:

- Extração do óleo da amêndoa da Macaúba (*Acrocomia aculeata* Jacq. Lodd. ex Mart.) por meio do processo de prensagem da matéria-prima em função de suas características de granulometria, sendo utilizada uma prensa mecânica contínua do tipo *expeller*.
- Avaliação dos parâmetros físico-químicos e de qualidade da matéria-prima: a amêndoa e de seus produtos de extração: o óleo e a torta.
- Análise microbiológica da torta da amêndoa.
- Identificação de uma aplicação da torta da amêndoa na área alimentícia com proposição de um processo para a obtenção de um produto final, o biscoito tipo *cookie*.
- Avaliação da aceitação e da intenção de compra das formulações de biscoito tipo *cookie* envolvidas pela aplicação de testes de sensoriais de consumidor.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Macaúba

Primeiramente descrita por Jacquin em 1763, *Acrocomia aculeata* era chamada de *Cocos aculeatus* Jacq. Em 1824, foi inserida por Martius no gênero *Acrocomia*, sendo nomeada de *Acrocomia sclerocarpa*. Em seguida, em 1845, seu nome passa a ser *Acrocomia aculeata* por mérito de Loddiges ao unir os dois nomes anteriores (MISSOURI, 2012).

O gênero *Acrocomia* é composto de duas espécies – *aculeata* (Jacq) Lodd. ex Mart. e *hassleri* (B. Rodr) W. J. Hahn – que se diferem pelo tamanho das palmeiras sendo as da espécie *aculeata* maiores. O termo *Acrocomia* deriva do grego “*Akron*” (uma) e “*Kome*” (cabeleira) sugerindo que suas folhas encontram-se em formato de uma coroa (HENDERSON *et al.*, 1995).

Neste trabalho, o termo Macaúba será utilizado para denominar a palmeira do gênero *Acrocomia*, espécie *aculeata* (Jacq) Lodd. ex Mart, assim como os termos frutos e amêndoa farão referência a essas partes da Macaúba.

3.1.1 Caracterização e distribuição

É uma palmeira arborescente, espinhosa que alcança mais de 16 metros de altura e de 20 a 30 centímetros de diâmetro de caule. Entre as folhas, a espata chega até aos 2 metros de comprimento, as inflorescências amarelas e os cachos de frutos de tom marrom-amarelado. Possui frutos esféricos ou ligeiramente achatados com diâmetro variando de 2,5 a 5,0 centímetros. O epicarpo rompe-se facilmente quando maduro. O mesocarpo é fibroso e possui sabor adocicado, de coloração amarela ou esbranquiçada, é comestível e rico em glicerídeos. O endocarpo é fortemente aderido ao mesocarpo com parede óssea enegrecida e a amêndoa oleaginosa, comestível e revestida de uma fina camada de tegumento, conforme observado na Figura 1 (RETTORE & MARTINS, 1983; CLEMENT *et al.*, 2005; LORENZI & NEGRELLE, 2006; SILVA *et al.*, 2008).

Figura 1 – A palmeira Macaúba e seus frutos



(a) Palmeira de Macaúba



(b) Cachos carregados com frutos de Macaúba



(c) Fruto da Macaúba com casca



(d) Fruto inteiro sem a casca com a polpa em evidência

Fonte: acervo pessoal

Distribuiu-se ao longo da América tropical e subtropical desde o sul do México e Antilhas até o sul do Brasil, chegando ao Paraguai e Argentina, porém estando ausente no Equador e Peru (MOTTA *et al.*, 2002).

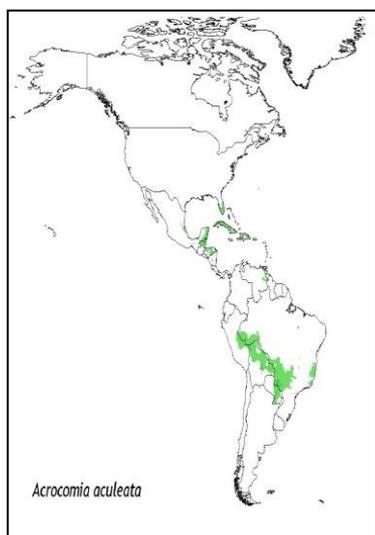
O povoamento natural dessa espécie é reconhecido em quase todo território nacional. Amplamente espalhada pelas áreas do Cerrado, observa-se maior concentração populacional nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e

Mato Grosso do Sul (NOVAES, 1952; HENDERSON *et al.*, 1995; AQUINO *et al.*, 2008).

Seu nome popular varia de acordo com a região de distribuição dessa espécie. Pode ser conhecida como Mbocayá (Argentina), totaí (Bolívia), corozo (Colombia), coyol (Costa Rica, Honduras e México), corosse (Haiti). No Brasil, é conhecida por bocaiúva, chiclete de baiano, coco baboso, coco de catarro, coco de espinho, macacauba, macaíba, macaibeira, macajuba, macaúba, macaúva, mucaia, mucajá e mucajaba. Sua distribuição pela América Latina pode ser observada pela área destacada de verde na Figura 2 (a) e no Brasil pela área de verde com pontos vermelhos na Figura 2 (b) (BIOVERSITY, 2012).

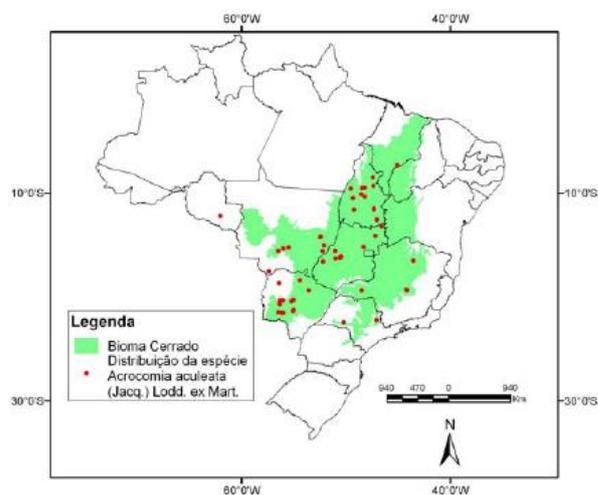
Com produção de frutos verdes na maior parte do ano, os mesmos amadurecem por volta de setembro a janeiro. A produção média de inflorescências e cachos varia entre anos, sendo influenciada pela intensidade de chuva e insolação ocorrida durante o ano (HENDERSON *et al.*, 1995; SCARIOT, 1998; SALIS & MATTOS, 2009).

Figura 2 – Distribuição geográfica da Macaúba, espécie *Acrocomia aculeata*



(a)

Fonte: NUCCI, 2007



(b)

Fonte: AQUINO *et al.*, 2008

3.1.2 Usos e potencialidades

Produtos derivados da palmeira *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. são facilmente encontrados, principalmente porque a Macaúba participa tradicionalmente do extrativismo em diversas regiões do Brasil, de forma primitiva no âmbito doméstico, sendo considerada uma espécie de alta potencialidade para geração de renda (MOTTA, 2002; LORENZI, 2006).

Distintas partes da palmeira são utilizadas no mercado como a madeira para produção de mourões e estacas; o estipe para obtenção do palmito e de seivas usualmente empregados como alimento e bebida, respectivamente; as folhas usadas para forragem animal, as fibras para uso na linha de pesca e construção de redes, assim como para cobertura de casas; os espinhos como substituto de agulha para cozer; os frutos como alimentos *in natura*, podendo ser usados para fabricação de fortificantes, óleos, sorvetes, entre outros produtos; a semente que pode ser empregada ou como substituto da brita no concreto e confecção de botões (sua parte lignificada) ou para obtenção de óleos e paçoca (amêndoa) (LORENZI, 2006).

Em condições de cultivo racional, a Macaúba torna-se uma espécie promissora para indústrias química, farmacêutica e alimentícia devido à grande quantidade de óleo que possui em seu fruto. Estima-se que em condições mínimas de cultivo e com algum melhoramento genético e seleção dos frutos, essa espécie tende a rendimentos na ordem de 6000 Kg de azeite por hectare (FAO Y CATIE, 1983). Rettore & Martins (1983) observaram que uma palmeira de Macaúba chega a ter de 4 a 5 cachos por pé e entre 300 e 500 frutos por cacho, e assim, concluíram que seu rendimento varia entre 1,47 e 4,97 toneladas de óleo por hectare, quando cultivada em espaços diversos e sujeita a trato agrícola. Bandeira (2011) afirma que o fruto da Macaúba possui várias características positivas, como alta produtividade (5000 Kg de óleo/hectare), rusticidade, adaptabilidade, possibilidade de cultivo em pequenas propriedades, coproduto sem toxina, dentre outras.

3.1.3 Composição do fruto

A composição do fruto da Macaúba é variável devido a diversos fatores como o tempo da colheita, o nível de amadurecimento do fruto, a contaminação por microrganismos e até mesmo em função do local plantado e dos tratamentos que a palmeira recebeu ao longo de sua fertilização (SZPIZ *et al.*, 1989).

Pesquisando frutos nativos de Minas Gerais, autores constataram que a *Acrocomia aculeata* Jacq. Lodd. ex Mart. é composta por aproximadamente 20% de casca, 40% de polpa, 33% de endocarpo e 7% de amêndoa, havendo diferenças marcantes devido aos fatores anteriormente relatados por Szpiz e outros (1989). (Figura 3). Dessa maneira, é possível afirmar que o teor de óleo também irá variar, sendo este ligeiramente superior na polpa em relação à amêndoa, notando-se também uma diferença no peso dos frutos. Na Tabela 1, são apresentados a composição da Macaúba e seu teor de óleo de acordo com três diferentes acessos na região de Minas Gerais (RETTORE & MARTINS, 1983; CARGNIN *et al.*, 2008).

Silva e outros (2008) relataram que a polpa é fortemente aderida à casca e ao endocarpo no período de maturação e no momento em que o fruto ainda está aderido ao cacho. Após sua queda, o coco começa a perder umidade gradualmente, surgindo um espaçamento entre a polpa e a casca externa o que, posteriormente, irá facilitar a remoção da casca. A umidade é distribuída de forma heterogênea nas diversas partes do fruto, sendo menor na amêndoa e maior na casca e na polpa.

Figura 3 - Identificação do fruto da Macaúba



Fonte: acervo pessoal

Tabela 1 - Composição e teor de óleo do fruto da Macaúba

Composição	Composição média do coco(% base seca)			Teor de óleo(% base seca)		
	Acesso A	Acesso B	Acesso C	Acesso A	Acesso B	Acesso C
Casca	19,5	24,1	22,0	6,5	9,8	5,3
Polpa	34,3	39,6	48,0	59,8	69,9	55,9
Endocarpo	39,3	29,0	23,9	-	-	-
Amêndoa	6,6	7,3	6,1	55,6	58,0	55,2

Fonte: RETTORE & MARTINS, 1983.

3.1.4 Características físico-químicas do óleo da amêndoa

Ao contrário do óleo da polpa da Macaúba que é rico em ácidos graxos insaturados, o óleo da amêndoa tem a predominância de ácidos graxos saturados. A principal composição de ácidos graxos no coco da Macaúba pode ser observada na Tabela 2. Essa composição irá influenciar no destino econômico dos óleos. Observa-se que no óleo da amêndoa há uma predominância do ácido láurico, enquanto que no óleo da polpa, o ácido oleico (PIMENTA, CANO ANDRADE & ANTONIASSI, 2012)

O óleo extraído das amêndoas é de coloração branca incolor a ligeiramente amarelada, possui um aroma característico e se solidifica a temperaturas inferiores a 20°C. Pode-se observar que a amêndoa não se deteriora facilmente como a polpa da Macaúba, podendo ser armazenada por longos períodos, desde que armazenada em local adequado e com baixa umidade (RETTORE & MARTINS, 1983; CLEMENT *et al.*, 2005). Na Figura 4, são apresentados os óleos brutos da polpa e da amêndoa da Macaúba.

Outro fator importante a ser considerado além da extração dos óleos provenientes da polpa e da amêndoa da Macaúba é o aproveitamento da torta da amêndoa obtido após a extração do seu óleo. Segundo Cargnin e outros (2008), o farelo dessa torta pode ser usado como componente de rações animais balanceadas, uma vez que reúne ótimas características nutricionais e boa palatabilidade.

Figura 4 – Óleos extraídos da amêndoa e da polpa da Macaúba.



(a) óleo da amêndoa (b) óleo da polpa

Fonte: acervo pessoal

Tabela 2 – Composição de ácidos graxos da Macaúba.

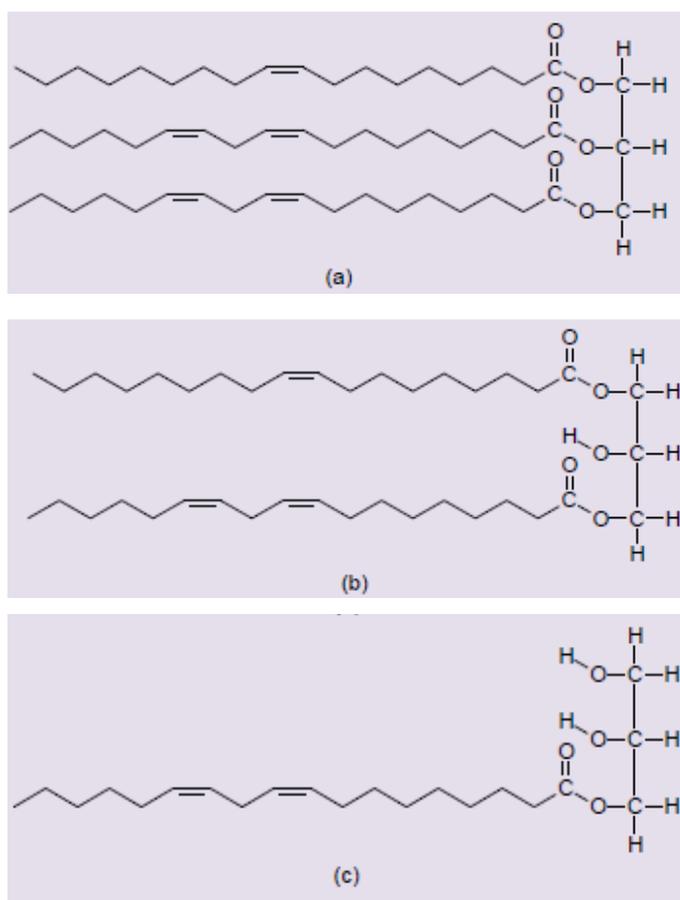
Ácidos Graxos		Macaúba	
Nome Usual	Símbolo	Polpa	Amêndoa
Caprílico	C8:0	-	4,15
Cáprico	C10:0	-	4,22
Laúrico	C12:0	-	41,42
Mirístico	C14:0	0,03	7,98
Palmítico	C16:0	16,51	5,98
Palmitoleico	C16:1 (9)	2,92	-
Esteárico	C18:0	2,89	3,38
Oléico	C18:1(9)	67,67	29,22
Linoléico	C18:2 (9,12)	8,82	3,43
Linolênico	C18:3 (9,12,15)	0,81	-
Ácidos Saturados		19,64	67,30
Ácidos Insaturados		80,35	32,65

Fonte: PIMENTA, CANO ANDRADE & ANTONIASSI, 2012.

3.2 Óleos vegetais

Classificados como lipídios, assim como, esteróis, ceras e carotenoides, os óleos e gorduras são caracterizados, principalmente por serem hidrofóbicos, ou seja, não são solúveis em água e possuem cadeias orgânicas com elevado número de carbonos, que lhes conferem caráter hidrofóbico (RAMALHO & SUAREZ, 2013). Formados predominantemente a partir de produtos da condensação entre glicerol e ácidos graxos, chamados triglicerídeos, os óleos vegetais e as gorduras encontram-se presentes na alimentação humana de diversas maneiras (MORETTO & FETT, 1998). Na Figura 5, está representada a estrutura de um lipídio.

Figura 5 - Ésteres derivados da glicerina presente em óleos e gorduras



(a) Triacilglicerídeo; (b) Diacilglicerídeo; (c) Monoacilglicerídeo.

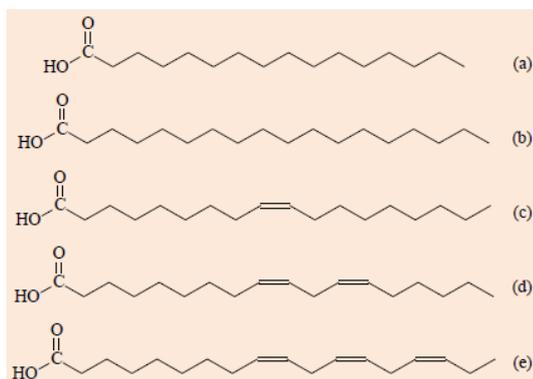
Fonte: RAMALHO & SUAREZ, 2013.

Ácidos graxos são ácidos carboxílicos com cadeia carbônica longa, comumente sem ramificações e com um número par de carbonos, devido à rota

bioquímica de síntese. Diferem-se pela quantidade de carbonos em suas cadeias e pelo número de insaturações, ou seja, ligações duplas carbono-carbono (Figura 6). O ácido graxo láurico está presente em partes oleaginosas dos frutos de certas espécies de palmeiras, como coco, amêndoa do coquinho de dendê (palmiste) e da Macaúba e no babaçu, representando cerca de metade de sua composição (Figura 7). O ponto de fusão dessas matérias-primas contendo predominantemente esse ácido graxo apresenta-se dentro de uma estreita faixa de temperatura de aproximadamente 24 a 27°C. Por ser um ácido graxo de cadeia média possui características notáveis, principalmente por ser líquido à temperatura ambiente (temperaturas de derretimento são inferiores a 30°C) e em contato com o frio, solidificar rapidamente, além da baixa viscosidade, que provoca o derretimento do produto na boca sem deixar uma sensação engordurada. As propriedades sensoriais citadas são bem aproveitadas em produtos como chocolates e na superfície de sorvetes com cobertura de chocolate, cereais e biscoitos crackers, na fritura de nozes e aperitivos e como lubrificantes em balas, sendo esses óleos bem aproveitados na indústria alimentícia. Não são recomendados para alimentos que necessitem permanecer líquidos em larga faixa de temperatura e carecem de maior atenção em relação à rancidez hidrolítica, pois são susceptíveis à ação de lipases (OETTERER, REGITANO-D'ARCE & SPOTO, 2006).

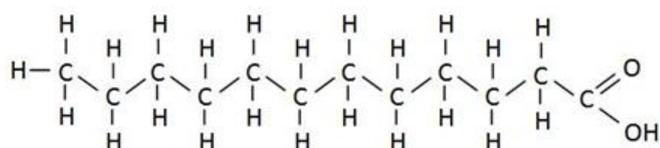
Os triacilglicerídeos contendo ácidos graxos insaturados em sua estrutura química são líquidos a temperatura de 25°C, enquanto aqueles que possuem ácidos graxos saturados são normalmente sólidos ou pastosos a essa temperatura, ficando claro que modificações estruturais influenciam diretamente nas propriedades macroscópicas da mistura. A explicação dada a esse fenômeno é que os ácidos graxos com instauração *cis* e seus derivados possuem maior facilidade de “empacotamento” entre as cadeias do que os ácidos graxos saturados, existindo uma maior interação entre as moléculas (RAMALHO & SUAREZ, 2013). De acordo com a CNNPA (Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos) na Resolução nº 20/77, para ser classificado como óleo, o lipídio deve ter seu ponto de fusão abaixo da temperatura ambiente. Logo, a proporção de grupos acila saturados e insaturados presentes nos triglicerídeos é que vai definir se esse lipídio é líquido ou sólido à temperatura ambiente (MORETTO & FETT, 1998).

Figura 6 - Principais ácidos graxos presentes em óleos e gorduras



(i) saturados (a, palmítico com 16 carbonos; b, esteárico com 18 carbonos); (ii) insaturados com 18 carbonos (c, oléico com uma dupla ligação; d, linoleico com duas duplas ligações; e, linolênico com 3 duplas ligações). **Fonte: RAMALHO & SUAREZ, 2013**

Figura 7 – Estrutura do ácido láurico



3.2.1 Importância dos óleos na alimentação humana

O principal papel dos lipídios no organismo humano é o fornecimento de energia e o transporte de agentes químicos orgânicos solúveis em óleo, como ácidos graxos essenciais, vitaminas e hormônios óleos solúveis. Sem lipídios, o organismo humano não teria capacidade de receber a quantidade de alimentos necessária para a sua manutenção. Devido ao tempo prolongado em nosso sistema digestivo, os lipídios proporcionam sensação de maior saturação e plenitude gástrica (MORETTO & FETT, 1998).

Os seres humanos, assim como os demais mamíferos, necessitam incluir em sua dieta os ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs), pois a capacidade de sintetização destes é limitada e sua ausência não permite o funcionamento adequado do organismo, sendo então chamados de ácidos graxos essenciais. Esses ácidos graxos essenciais para a alimentação são conhecidos como o ácido linolênico (ômega-6) e o ácido linoleico (ômega-3) (TAKAHASHI, 2007).

Pesquisas comprovam que o excesso de lipídios no sangue acarreta aumento do nível de colesterol e causa danos à saúde dos seres humanos. Essa alteração do nível de colesterol pode ser patológica, mas a maior parte das vezes é causada pela dieta alimentar. Os ácidos graxos saturados com 14 e 16 átomos de carbono em suas cadeias, ou seja, o ácido mirístico e o palmítico são os que mais agem no sentido de elevação do nível de colesterol, porém o ácido esteárico, que contém 18 átomos de carbono e também é saturado, não exerce influência nesse sentido (MORETTO & FETT, 1998). Fuentes (1998) explica que os ácidos palmítico (C16:0) e mirístico (C14:0) elevam os níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL – colesterol) em maior proporção que o ácido esteárico (C18:0). O ácido láurico (C12:0) promove hipercolesterolemia (colesterol ruim alto), porém em menor quantidade que os ácidos palmítico e mirístico. Em oposição aos efeitos dos ácidos graxos saturados no organismo, o consumo de ácidos graxos poli-insaturados reduz e conserva em níveis normais o conteúdo de colesterol no sangue (MORETTO & FETT, 1998).

Outro fator favorável a ser citado são as propriedades sensoriais dos lipídios: com grande importância na constituição dos alimentos, estes conferem sabor, maciez, sensação de saciedade, cremosidade, volume, entre outros aspectos. Assim, com o objetivo de preservar as características sensoriais dos alimentos e ainda, obter um produto de baixa caloria, encontram-se no mercado diversos tipos de substitutos de gordura. Um substituto muito utilizado são os TCMs (Triglicerídeos de Cadeia Média). O óleo de coco, que tem uma grande porcentagem de ácidos graxos de 6 a 10 carbonos, é uma boa fonte de TCMs. Os TCMs tem valor calórico um pouco inferior ao da gordura normal (LIMA & NASSU, 1996).

Assim, em função de suas características, os lipídios são de extrema importância na alimentação humana e, dessa maneira, deve-se ter atenção a sua qualidade. O desenvolvimento de compostos indesejáveis pode acontecer através da oxidação lipídica, deteriorando os óleos e trazendo características sensoriais desagradáveis, como alteração do sabor e odor, além de alterações na qualidade nutricional, como a degradação de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais. Outra consequência da oxidação lipídica é a formação de compostos poliméricos altamente tóxicos, tornando o alimento impróprio para o consumo. Essa deterioração é mais frequente em ácidos graxos insaturados, que são mais instáveis

que os ácidos graxos saturados, por isso, os óleos são mais susceptíveis a essas alterações (RAMALHO & JORGE, 2006).

3.2.2 Mercado

Destaca-se hoje na produção de óleo mundial o uso de quatro oleaginosas: palma, soja, colza e girassol. Os óleos de palma e soja atendem a 60% do mercado de óleo vegetal do mundo, enquanto que os óleos de colza e girassol ficam com 15% e 9% do mercado mundial, respectivamente (USDA, 2014).

O consumo de óleos e gorduras pelo mundo vem aumentando consideravelmente, e a procura de uma vida mais saudável faz com que o óleo seja um substituto ao consumo de gorduras animais. Seguindo essa linha, temos um grande incentivo nas pesquisas que procuram por novas espécies vegetais que possam ajudar na produção desses óleos (NUNES, 2007).

De acordo com o IEA (2008), o mercado das oleaginosas mudou também devido ao interesse mundial pela produção de biodiesel. Desde 2005, ano em que o Protocolo de Kyoto entrou em vigor, a preocupação de se produzir um combustível menos poluente tornou-se obrigação das indústrias de energia, sendo que o acréscimo parcial do biocombustível ao diesel se constituiu em um importante passo para se ter uma melhora na emissão de gases poluentes para o meio ambiente.

Segundo a Lei 11.097/95 da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), desde 2013 que a adição de 5,0% do combustível verde ao óleo diesel é obrigatória e, através da Medida Provisória Nº 647/2014, essa adição passou a ser de 6,0% a partir de 01 de julho de 2014 e passará para 7,0%, a partir de 01 de novembro de 2014 (BRASIL, 2014). Dessa maneira, há um grande incentivo às pesquisas agronômicas para que se encontrem mais oleaginosas que atendam aos pré-requisitos para a produção desse biocombustível. É importante que se conheça o ciclo produtivo e os tratamentos culturais necessários da planta, além de que as características físico-químicas dos óleos e do biocombustível final devem ser aprovadas para a obtenção do carburante, de forma a se ter a certeza de que o investimento viabiliza a produção em escala produtiva adequada (IEA, 2008).

Com a demanda maior que a oferta, houve um acirramento na competição entre potenciais exportadores como Brasil, Argentina, Estados Unidos, Malásia e

Indonésia, contribuindo para redução nos estoques e uma menor disponibilidade de óleos vegetais, influenciando no aumento do preço dessas oleaginosas. Como esses óleos são utilizados não somente para fins energéticos, não é somente a sustentabilidade dos Programas Energéticos que fica ameaçada, mas também, a segurança alimentar de países mais pobres, importadores de alimentos (IEA, 2008).

3.2.3 Industrialização das sementes oleaginosas

A industrialização de sementes oleaginosas tem por finalidade a produção de óleo bruto e de torta ou farelo residuais e a refinação desses óleos brutos produzidos. Focando na produção de óleos brutos, temos três etapas que irão garantir a qualidade desse óleo: armazenamento das sementes oleaginosas, preparação da matéria-prima e extração do óleo bruto (MORETTO & FETT, 1998).

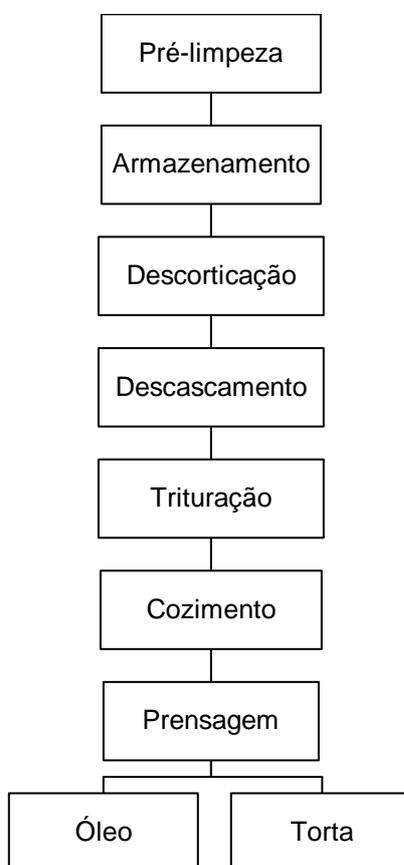
Ainda segundo Moretto & Fett (1998), as condições de armazenamento dos grãos refletem diretamente na qualidade e no rendimento do produto final, uma vez que deve haver um controle da taxa respiratória para que não haja um aumento excessivo do calor e da umidade, que geraria uma deterioração da matéria-prima. Dessa maneira, aconselha-se que as sementes sejam armazenadas a uma baixa umidade (umidade crítica), para que o desenvolvimento de microrganismos e a atividade enzimática sejam inibidos.

Para a preparação da matéria-prima existe a necessidade de uma pré-limpeza, na qual se eliminam as sujidades mais grossas, para evitar contaminação e a ocupação de espaço desnecessário nos silos de armazenamento. Quando as sementes oleaginosas estão envoltas em uma camada de fibra, submetem-se essas sementes a um processo de remoção da fibra, etapa denominada descorticação. A seguir a semente segue para a etapa de descascamento, que deve ocorrer sem pressão de forma a evitar a perda de óleo. A obtenção do óleo das sementes é facilitada pelo processo de rompimento dos tecidos das paredes da célula, o que pode ocorrer por processo de trituração. A trituração deve acontecer o mais rápido possível, pois a desintegração dos grãos ativa enzimas celulares, como a lipase e peroxidase, que atuam de forma negativa aumentando o nível de ácidos graxos livres. Algumas sementes podem passar pelo processo de cozimento, no qual são submetidas a um aquecimento com vapor direto ou indireto, levando ao rompimento

das paredes celulares, o que facilitará a saída do óleo (UNIDO, 1977; MORETTO & FETT, 1998). Na Figura 8, é apresentado o fluxograma desse processo.

Existem três meios de se extrair o óleo de seus vegetais: extração por solvente, prensa hidráulica por batelada e prensa mecânica contínua (*expeller*). Os métodos são utilizados sozinhos ou combinados entre si, de forma a conseguir uma melhor extração. Tem-se que pequenas cooperativas preferem a utilização de prensas mecânicas por serem mais rápidas na extração do óleo, mais simples de manusear, com baixo custo de aquisição e manutenção (WEISS, 1983).

Figura 8 - Fluxograma do processo de extração de óleo.



Fonte: MORETTO & FETT, 1998 (adaptado).

O rendimento de óleo extraído é intimamente ligado aos parâmetros de construção da prensa, como dimensionamento do eixo sem fim e da gaiola, pressão aplicada sobre a massa de grãos, assim como, o tratamento da matéria-prima a ser prensada, como temperatura de prensagem e teor de umidade das amostras (WIESENBORN *et al.*, 2001).

3.2.4 Prensa hidráulica

Na Figura 9, é apresentado um modelo de prensa hidráulica. O mecanismo de funcionamento tem como base um pistão, que é acionado hidráulicamente e comprime o material contido em um cesto provido de um orifício de saída para o óleo prensado em ciclos de pressão e tempo definidos. Suas variáveis são: operação manual ou motorizada; movimento dos pistões, ascendente ou descendente; diâmetro e comprimento dos cestos; quanto à automatização de ciclos de operação; quanto à proporção entre diâmetro do cesto e curso do pistão. (RITTNER, 1996).

Figura 9 - Modelo de Prensa Hidráulica Manual



Fonte: NOWAK, 2014.

3.2.5 Prensa contínua

Caracteriza-se por conter um parafuso rotativo polido de tamanho decrescente onde as sementes ou polpa de frutos são alimentadas por um cilindro de paredes espessas, sendo conhecida como prensa de parafusos ou *expeller* (Figura 10) (BRENNAN *et al.*, 1998).

A alimenta o da m teria-prima   feita entre o parafuso e o interior do cilindro passando através dele com uma taxa de fluxo que reduz gradualmente, onde ocorre uma fôrça de compressão. No cilindro existe uma parede que cont m finas perfura es ou fendas cobertas por telas ajustáveis, no qual o líquido   separado da

torta. Essa torta sai da prensa por uma porta de descarga. Com grande consumo de energia, existe um aumento gradual da temperatura dissipado pelo equipamento, podendo atingir o produto. Para diminuir o risco de degradação térmica em matérias-primas sensíveis a calor, existem parafusos resfriados por água (BRENNAN *et al.*, 1998).

De acordo com Brennan e outros (1998), consegue-se um bom rendimento de óleo, com produção de até 8500 kg/h (aproximadamente 200 t/dia), com a torta contendo de 4 a 5% de líquido residual. E tudo isso depende do ajuste adequado da prensa, em que se regula a intensidade da compressão pela porta de descarga e a velocidade de rotação do parafuso.

Figura 10 - Modelo de Prensa Contínua *Expeller*



Fonte: NEI SOLUÇÕES, 2014.

3.2.6 Extração por solvente

Grande parte dos óleos vegetais é produzida com o auxílio da extração por solvente. Comum melhor rendimento de óleo que na extração mecânica, a extração por solvente tem um menor custo operacional, porém é necessário um alto investimento para se construir uma planta desse tipo, uma vez que o maquinário é bem complexo (SHAHIDI, 2005).

O solvente mais utilizado nesse tipo de operação é o hexano com ponto de ebulição próximo à 70°C. Apesar de o hexano satisfazer uma série de exigências de

um solvente apropriado, como dissolver o óleo com facilidade sem agir com os outros componentes, possuir composição homogênea e estreita faixa de ebulição, ser imiscível em água entre outros, ele é um solvente muito volátil e inflamável. Este deve ser manipulado por uma equipe bem treinada, sendo que os cuidados que envolvem a produção de óleos vegetais pelo processo de extração por solvente são bem mais rigorosos comparados com aqueles que envolvem processo mecânico e, adicionalmente, a parte de preparação dos grãos que antecede a essa operação deve ser construída em uma área separada da indústria (MORETTO & FETT, 1998; SHAHIDI, 2005).

O material a ser extraído deve ser previamente triturado e laminado, para facilitar a penetração do solvente. Em seguida, usualmente lavam-se sucessivamente as sementes com o solvente para a extração do óleo. O óleo irá surgir no material submetido à extração de duas maneiras: em camadas ao redor das partículas das sementes trituradas e laminadas, que é recuperado por processo de simples dissolução; ou contido em células intactas, que é removido do interior por difusão (MORETTO & FETT, 1998).

Segundo Moretto & Fett (1998), o processo de dissolução é mais rápido e fácil, enquanto que o de difusão mais demorado. Para facilitar o processo de difusão é importante notar que a espessura dos flocos resultantes da laminação deve ser tão pequena quanto possível, a temperatura próxima ao ponto de ebulição do solvente e a umidade do material apropriada.

O processo de extração de óleos por emprego de solventes é prejudicial ao meio ambiente, pois resulta em gases efluentes para atmosfera contendo alta quantidade de poluentes. Dentre os principais poluentes encontram-se aldeídos e ácidos graxos livres. Tendo em vista a toxicidade do hexano para o meio ambiente e para o homem, é interessante que se busque alternativas menos agressivas para substituição desse solvente (SILVA, 2009).

3.3 Os óleos vegetais na indústria alimentícia

São vários os tipos de óleos utilizados na indústria alimentícia. Seus benefícios diferem em aspectos como fornecimento de energia, vitaminas, minerais e ácidos graxos essenciais à dieta humana, além dos benefícios sensoriais e físicos

que esses óleos fornecem na construção dos alimentos. Encontram-se na literatura diversos estudos sobre novas fontes de vegetais oleaginosos, melhorias nos processos de extração existentes e novas aplicações dos mesmos no mercado.

O azeite de oliva está em destaque em relação aos outros óleos comestíveis comercializados. Suas características naturais como sabor, cor e aroma fazem com que este seja considerado um óleo nobre. Acrescentam-se às suas características benefícios para a saúde humana, principalmente os relacionados à diminuição de riscos de doenças coronárias. Possui uma quantidade significativa de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA - cerca de 90%), sendo desses 55-83% de ácido oleico, 8-20% de ácido palmítico e 4-20% de ácido linoleico, além de outros componentes em menor quantidade como os tocoferóis e constituintes insaponificáveis que lhes conferem uma boa estabilidade oxidativa (ANTONIASSI *et al.*, 1998; MORETTO & FETT, 1998; GUNSTONE, 2004; COVAS, 2007).

O óleo de soja é um dos mais antigos produtos agrícolas conhecido pela humanidade e atualmente, domina o mercado mundial tanto de proteína vegetal como de óleo comestível. Caracterizado pela presença de ácido linoleico (50-57%), oleico (18-26%), palmítico (10-12%), linolênico (5,5-9,5%) e esteárico (3-5%), o óleo de soja é ímpar em suas propriedades, sendo este utilizado e indicado para uma ampla variedade de produtos na indústria alimentícia como preparação de assados, margarinas, óleo para salada, maionese etc (MORETTO & FETT, 1998; COSTA NETO *et al.*, 1999). Pesquisa recente do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA mostra que a área plantada de soja no mundo vem aumentando anualmente devido ao seu uso diversificado e ao aumento da demanda global por alimentos. Além desse aumento da área plantada, houve um maior investimento em pesquisa e no desenvolvimento de cultivares mais resistentes, o que tem melhorado ainda mais o rendimento e impulsionado a produção. A produtividade estimada para a safra de 2012/13 é de 2.435 quilos por hectare. Houve um aumento de 25% na produção mundial dos últimos 4 anos, que saltou dos 211,64 milhões de toneladas para 264,68 milhões. Ainda, segundo dados da USDA, o Brasil será o país que mais produzirá soja no mundo no ciclo de 2012/13, tendo condições de produzir cerca de 81 milhões de toneladas, seguido dos Estados Unidos, com cerca de 78 milhões e da Argentina com 55 milhões de toneladas. A Tabela 3 demonstra a evolução da produção de soja no planeta ao longo dos últimos quatro anos (MOREIRA, 2012).

Tabela 3 - Principais países produtores de soja

Países	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13 ⁽¹⁾
Brasil	57,80	69,00	75,50	66,50	81,00
EUA	80,75	91,42	90,61	84,19	77,84
Argentina	32,00	54,50	49,00	41,00	55,00
China	15,54	14,98	15,10	13,50	12,60
Índia	9,10	9,70	9,80	11,00	11,50
Paraguai	3,65	7,38	8,31	4,00	8,10
Canadá	3,34	3,51	4,35	4,25	4,30
Outros	9,46	10,61	12,02	13,67	13,94
TOTAL	211,64	261,08	264,68	238,11	264,28

Safra 2008/09 a 2012/13 (em milhões t). ⁽¹⁾ Estimativa

Fonte: USDA, 2012 apud MOREIRA, 2012

Em 2007, registrou-se que o óleo de palma foi o responsável por 25% da produção total de óleos e gorduras no mundo, sendo o maior responsável pela produção de óleos comestíveis. Com amplos benefícios para saúde, é um óleo bem recomendado para ser usado na indústria alimentícia, além de possuir uma produção sustentável e economicamente viável, o que atrai os olhares da indústria energética. Fonte natural de carotenoides e vitamina E (tocoferol), o óleo de palma é composto por 40% de ácido oleico, 10% de ácido linoleico, 45% de ácido palmítico e 5% de ácido esteárico (LAM *et al.*, 2009; MPOC, 2012). Pesquisa realizada pelo site do governo Brasil Global Net (2006) mostra que até 2005 países como Malásia (44,9%), Indonésia (40,8%) e Nigéria (2,4%) eram os principais produtores de óleo de palma e palmiste. Dados atuais demonstram que a Indonésia ultrapassou a Malásia, sendo sua produção de 31.000 toneladas no ano correspondente a 2013/2014 contra 19.900 da Malásia (USDA, 2014). No Brasil, a produção desse óleo concentra-se na região Norte e Nordeste, tendo como principais Estados produtores o Pará, o Amapá, a Bahia e o Amazonas. Somente o Pará produz 90% do óleo de palma brasileiro, possuindo 85% da área cultivada. ABIOVE (2013) destaca que na safra de 2013/14 serão produzidas mundialmente cerca de 60 milhões de toneladas do óleo, sendo assim o óleo vegetal mais produzido e mais consumido do mundo. Embora o Brasil tenha condições inigualáveis para a

produção de palma, hoje é responsável por apenas 0,5% do volume produzido no mundo. Os maiores consumidores estão na Ásia (China, Índia e Paquistão) e Europa. As principais empresas que atuam no Pará são Agropalma, ADM, Biopalma/Vale, Denpasa, Dendê do Tauá, Marborges, Mejer, Palmasa, e Petrobras/Galp Energia (Belém Bioenergia Brasil).

Massafera e outros (2010) citam o uso do óleo de abacate como um possível substituto para o óleo de oliva e palma, devido às características semelhantes aos mesmos. Possui alto teor energético e grande quantidade de vitamina E (α -tocoferol), em torno de 3%. É comum em países como Nova Zelândia, Israel e Estados Unidos (Califórnia), tendo destaque seu uso para temperar saladas. O óleo de abacate é extraído tanto da semente quanto do mesocarpo e a sua industrialização para extração de óleo apresenta boas perspectivas econômicas, porém deve-se ter um conhecimento tecnológico adequado. Concluiu-se que o teor de óleo do mesocarpo é maior que na semente e que os mesmos possuem composições diferentes de ácidos graxos. Na Tabela 4, encontram-se os teores dos principais ácidos graxos presentes no óleo de abacate extraído do mesocarpo e da semente, de diferentes cultivares. Observa-se uma maior concentração de ácido oleico e palmítico no mesocarpo e oleico e linoleico na semente.

O óleo de amendoim foi, até a década de 1970, uma das principais fontes de óleo comestível no Brasil e foi gradativamente perdendo espaço para a cultura de soja que foi se expandindo devido a um menor custo para a produção de óleo. Com características muito semelhantes ao óleo de oliva, destaca-se mundialmente por ser um produto de excelente qualidade, referindo-se às qualidades nutricionais e de estocagem. É usado, principalmente, como óleo de salada e de cozinha. Cada grão de amendoim possui cerca de 50-53% de óleo e esse óleo é composto principalmente pelos ácidos oleico, linoleico e palmítico (totalizando cerca de 90%), seguidos do esteárico, araquídico e beênico em menores proporções (ZULLO *et al.*, 1993; MORETTO & FETT, 1998).

Tabela 4 – Teores de ácidos graxos em óleo de abacate de diferentes cultivares

Ácido graxo	Fortuna		Ouro Verde		Princesa	
	Mesocarpo	Semente	Mesocarpo	Semente	Mesocarpo	Semente
Mirístico (14:0)	1,15 ^a ±0,3	1,13 ^a ±0,8	0,31 ^c ±0,4	2,34 ^d ±0,8	0,30 ^e ±0,3	2,21 ^f ±0,4
Miristoleico (14:1)	1,18 ^a ±0,5	2,70 ^b ±1,0	0,33 ^c ±0,5	7,16 ^d ±1,7	0,16 ^e ±0,2	4,10 ^f ±0,7
Palmítico (16:0)	20,73 ^a ±1,3	1,37 ^b ±0,5	28,06 ^c ±2,8	10,65 ^d ±1,3	32,54 ^e ±1,9	32,03 ^e ±1,4
Palmitoleico (16:1)	11,25 ^a ±2,9	15,14 ^b ±2,4	8,71 ^c ±1,9	12,96 ^d ±1,5	11,91 ^e ±1,3	6,24 ^f ±0,6
Esteárico (18:0)	0,15 ^a ±0,2	0,85 ^b ±0,6	Tr ^c	10,70 ^d ±2,2	Ter	0,39 ^f ±0,3
Oleico (18:1)	50,30 ^a ±4,6	35,83 ^b ±3,2	36,45 ^c ±2,5	18,74 ^d ±1,5	31,76 ^e ±1,7	11,69 ^f ±0,8
Linoleico (18:2)	13,49 ^a ±4,2	29,99 ^b ±4,2	22,88 ^c ±2,3	26,34 ^d ±2,5	19,24 ^e ±1,7	23,28 ^f ±1,1
Linolênico (18:3)	1,76 ^a ±1,2	12,97 ^b ±2,2	3,22 ^c ±0,9	11,11 ^d ±2,1	4,05 ^e ±0,5	20,80 ^f ±0,8

Valores seguidos por letras iguais não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$); $n=20$

Tr – Traços (concentração < 0,06% no total de ácidos graxos).

Fonte: MASSAFERA *et al.*, 2010

Ainda em estado de pesquisa, a Macaúba apresenta potencial de aplicação para ambos os óleos extraídos da polpa e da amêndoa. Foco deste trabalho, o óleo extraído da amêndoa, além de ser fonte de ácidos graxos como oleico, palmítico e principalmente o ácido láurico, outros nutrientes se destacam, como proteínas, fibras e minerais como o cálcio, fósforo, ferro e manganês. Além disso, tem-se a presença de vitaminas A, B, C, E e niacina. Em base seca, a amêndoa da Macaúba apresenta aproximadamente 58% de óleo (m/m). Atualmente, é necessário adequar a produção da Macaúba com sua sazonalidade e a maturação irregular de seus frutos no cacho, mudando a sua exploração, exclusivamente extrativista, para uma produção industrial em que se necessita o cultivo alternativo com safras de outras espécies (HIANE, 2006; ANDRADE *et al.*, 2006).

3.4 Alterações lipídicas

Destaca-se a rancidez como o fenômeno de deterioração mais significativo para a alteração das características de qualidade de óleos e gorduras, sendo, portanto, importante seu entendimento para que se consiga avaliar as características físico-químicas dos óleos e gorduras (MORETTO & FETT, 1998).

É de grande interesse econômico das indústrias alimentícias controlarem a oxidação dos lipídios, pois essa é a principal causa do aparecimento do ranço nos alimentos gordurosos, levando ao aparecimento de sabores e odores desagradáveis, reduzindo a vida útil desses alimentos que passam a ser considerados inaceitáveis para o consumo humano. Outro problema causado é a redução da qualidade nutricional e o possível surgimento de produtos potencialmente tóxicos através da oxidação dos lipídios. Porém, em alguns casos, a oxidação controlada pode ser bem-vinda, como na produção de aromas de certos tipos de queijos e de alimentos fritos (DAMODARAN, PARKIN & FENNEMA, 2010).

Segundo Moretto & Fett (1998), são dois os tipos de rancidez que afetam as características dos óleos e gorduras: a hidrolítica e a oxidativa. A rancidez hidrolítica é favorecida pela presença e/ou contato do alimento com a água, altas temperaturas, pressão e ação de enzimas lipolíticas ou catalisadores. A presença de enzimas lipases presentes em algumas sementes oleaginosas ou lipases de origem microbiana, resultam na hidrólise de óleos e gorduras com produção de ácidos graxos livres. Esse processo acontece quando o óleo é extraído de grãos mal armazenados. O grão umidificado tende a germinar e ativar as lipases, que em situação contrária não apresentam atividade significativa. No processo de fritura, as altas temperaturas aliadas com o vapor de água, proveniente do alimento, fazem acumular a quantidade de ácidos graxos livres à medida que esse óleo é usado repetidas vezes em tal processo.

No caso da rancidez oxidativa, também chamada de auto-oxidação, existe uma relação direta entre a produção de ácidos graxos livres e a presença de ácidos graxos insaturados. Ocorre através da reação do oxigênio atmosférico com as duplas ligações dos ácidos graxos insaturados, sendo que quanto maior o número de insaturações, maior a chance de se ocorrer a auto-oxidação. A reação produz peróxidos e hidroperóxidos, que são inertes às alterações sensoriais, porém, através de reações paralelas, os peróxidos e hidroperóxidos produzem os compostos voláteis, aldeídos, cetonas que dão as características sensoriais e nutricionais indesejáveis aos produtos (MORETTO & FETT, 1998).

Considerando outros fatores além da auto-oxidação, como substratos da reação, temperatura, fator de aceleração da velocidade de reações químicas e enzimáticas, exposição à luz e presença de metais de dupla valência, é necessário

que se faça um controle durante todo o processamento e comercialização do alimento, para que haja uma segurança relativa na estabilidade oxidativa do mesmo (OETTERER, REGITANO-D'ARCE& SPOTO, 2006).

3.4.1 Fatores que aceleram a oxidação

A auto-oxidação dos lipídios está associada com o contato do oxigênio atmosférico ou do oxigênio dissolvido na amostra com os pontos mais reativos da molécula do triglicerídeo, como é o caso dos lipídios insaturados. Sendo uma reação de radicais livres em cadeia, a reação de auto-oxidação dos lipídios em alimentos é auto catalítica tendendo a se acelerar à medida que a oxidação prossegue. Vários são os fatores que influenciam na velocidade da oxidação do alimento ou da substância graxa como a composição em ácidos graxos, o grau de insaturação, a presença e atividade de pró e antioxidantes, a pressão parcial de oxigênio, a natureza da superfície exposta ao oxigênio. As condições de armazenagem em relação aos parâmetros temperatura, luz e umidade são também pontos relevantes, ou seja, todo o aporte energético em geral pode exercer influência no processo de oxidação do lipídio. O desenvolvimento da auto-oxidação acontece através da combinação simultânea de um ou mais fatores citados acima, sendo difícil analisar a influência de cada um deles. Dessa forma, a velocidade de instalação dessa oxidação varia bastante (OETTERER, REGITANO-D'ARCE& SPOTO, 2006).

ARAÚJO (2011) cita que os principais fatores que afetam a aceleração da reação de oxidação são calor, luz, reações de ionização, traços de metais (cobre e ferro), metaloproteínas e a lipoxigenase.

O tratamento térmico (calor) é responsável pela aceleração da maioria das reações químicas. Em processos de fritura, no qual a temperatura é elevada (em torno de 180°C), tanto os lipídios saturados quanto os insaturados podem sofrer com a oxidação. Como os lipídios saturados são mais estáveis em temperaturas de enlatamento (variam de 90°C a 140°C, dependendo do método utilizado), apenas os lipídios insaturados estão sujeitos às reações de deterioração provocadas pelo oxigênio e calor, levando a formação de grande número de substâncias voláteis com sabor e odor desejáveis ou não. Em processos de secagem (desidratação), ocorrem três eventos simultâneos: as moléculas componentes dos alimentos se aproximam,

umentando a probabilidade de interação entre elas; há a remoção da água do alimento, acarretando na formação de microcapilares que facilita o acesso físico do oxigênio atmosférico no produto; há o aumento da sensibilidade química dos componentes dos alimentos, devido à remoção da água de hidratação protetora dos sítios reativos das moléculas nos alimentos. Todos esses processos levam a aceleração da oxidação (ARAÚJO, 2011).

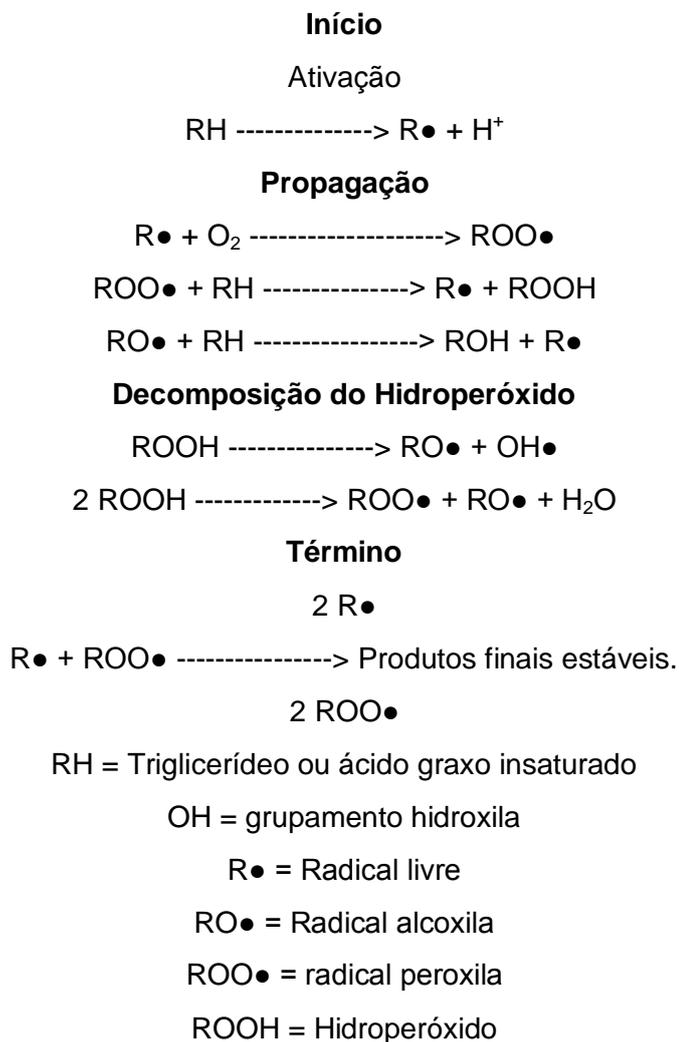
A lipoxigenase é uma enzima presente nos vegetais que catalisa o oxigênio e reage com ácidos graxos poli-insaturados (linoleico, linolênico e araquidônico) levando a formação de peróxidos. Ainda, devido à enzima lipoxigenase, a formação de radicais livres intermediários durante a oxidação catalisada leva a descoloração do produto devido à oxidação de compostos como carotenoides e polifenóis (ARAÚJO, 2011).

Metais como ferro e cobre são outra fonte de preocupação quando o assunto é a oxidação de lipídios. Segundo Araújo (2011), íons metálicos de transição destacam-se como promotores das reações de formação de radicais livres, pois transferem elétrons durante a alteração do seu estado de oxidação. Atuam de duas formas: na decomposição de peróxidos e na redução da energia de ativação da reação inicial da oxidação. As metaloproteínas, como as hemoproteínas, são catalisadores que auxiliam no processo de aceleração da rancificação dos lipídios, assim como a luz e o calor. O processo ocorre quando a hemoglobina reage com o oxigênio para formar o oxigênio singlete, responsável pela oxidação.

A formação de peróxido através do lipídio está ligada a presença de metais, fotossensores e luz. A energia de ativação deve ser alta para que a molécula de lipídio que se encontra no estado singlete e o oxigênio no estado triplete reajam. O que acontece é que os fotossensores, clorofila e riboflavina, convertem o oxigênio do estado triplete para o singlete, através da absorção da luz na região do visível ou próximo do UV (ARAÚJO, 2011).

Apesar do descrito, deve-se destacar que os óleos vegetais possuem antioxidantes naturais e, portanto, são mais resistentes ao aparecimento do ranço, podendo ser armazenados por anos se mantidos em bom estado de conservação (OETTERER, REGITANO-d'ARCE & SPOTO, 2006). Na Figura 11, é apresentado o mecanismo das reações de auto-oxidação passíveis de ocorrência com óleos de origem vegetal.

Figura 11 - Mecanismo de reações de auto-oxidação de ácidos graxos



Fonte: OETTERER, REGITANO-d'ARCE& SPOTO, 2006.

O processo de auto-oxidação ilustrado pela Figura 11 envolve a interação do lipídio insaturado com um oxigênio reativo produzido pelos diversos fatores listados acima. Após essa interação, haverá o aparecimento dos radicais livres, que rapidamente se propagam, repetindo a mesma reação diversas vezes até que haja a degradação do lipídio em peróxidos. Os peróxidos são os primeiros produtos formados da oxidação de óleos e gorduras insaturados, porém, do ponto de vista da alteração do sabor do alimento, os produtos oriundos de sua decomposição são os principais responsáveis pela deterioração, como aldeídos, cetonas, álcoois, hidrocarbonetos e ácidos (ARAÚJO, 2011).

3.4.2 Determinação do estado de oxidação

A estabilidade hidrolítica e oxidativa de óleos e gorduras pode ser determinada por diversas técnicas analíticas descritas para a caracterização do estado de conservação desses lipídios. Para um resultado seguro, o melhor é que haja uma combinação dessas análises entre si, pois uma prova individual não é suficiente para garantir a qualidade do lipídio a ser analisado (OETTERER, REGITANO-d'ARCE & SPOTO, 2006, DAMODARAN, PARKIN & FENNEMA, 2010).

No presente trabalho, são utilizados os seguintes métodos para avaliação da qualidade do óleo analisado: índice de peróxidos, índice de acidez e índice de saponificação.

O índice de peróxidos é o mais utilizado para determinar o grau de oxidação de óleos e gorduras, porém esse valor deve ser observado com atenção, pois nem sempre um baixo valor caracteriza um óleo de qualidade. É um indicador sensível no estado inicial da oxidação e a conclusão da sua presença é um alerta de que uma deterioração de sabor e odor está prestes a acontecer, em função da instabilidade dos peróxidos. Quando atingido certo nível de sua concentração, ocorrem complexas mudanças, dando origem aos compostos de baixo peso molecular, advindos de sua degradação. A decomposição acontece até mesmo em temperaturas ambientes, resultando na produção de compostos carbonílicos, principalmente. Em temperaturas elevadas, a velocidade de decomposição do peróxido é maior que de sua formação, levando a uma medição limitada do real estado de decomposição do óleo ou gordura testado. Na temperatura de 100°C, quebram-se em questão de dias e ao atingir a temperatura de 200°C, em uma hora ou duas. Dessa maneira, durante o processo de oxidação, os valores de peróxido atingem determinada concentração e posteriormente, diminuem. Logo, um óleo parcialmente deteriorado durante uma fritura a 180°C, pode ter seus peróxidos deteriorados e assim, um baixo índice de peróxidos, porém ter sabor pobre devido à presença de compostos de baixo peso molecular (OETTERER, REGITANO-d'ARCE & SPOTO, 2006, DAMODARAN, PARKIN & FENNEMA, 2010, ARAÚJO, 2011).

Observa-se que neste trabalho foram utilizadas baixas temperaturas para a extração do óleo (não ultrapassando valores de 60°C), não havendo necessidade de se preocupar com um falso resultado para as análises de peróxido desenvolvidas.

O índice de acidez é determinado pela titulação da amostra com uma solução padrão de hidróxido de sódio, cuja relação é importante para determinar a porcentagem de ácidos graxos livres presentes no óleo ou gordura a ser analisado. Quando se trata de índice de acidez, há uma relação do número de miligramas de KOH necessário para neutralizar os ácidos graxos livres em 1g de gordura. Quanto maior a quantidade de ácidos graxos livres, mais deteriorado está o óleo testado (OETTERER, REGITANO-D'ARCE & SPOTO, 2006).

O índice de saponificação (IS) mede a quantidade de álcali necessária para saponificar um peso conhecido de gordura e é expresso no número de miligramas de KOH necessários para saponificar 1g de gordura. Como apenas um átomo do metal monovalente é associado por cadeia de ácido graxo, sem depender de seu comprimento, a reação fornece base para a estimativa do comprimento médio da cadeia de ácidos graxos em uma amostra de óleo ou gordura. Logo, podemos identificar o peso molecular médio dos ácidos graxos esterificados ao glicerol, sendo que um IS pequeno demonstra um ácido graxo de peso molecular elevado e um IS elevado indica um ácido graxo de peso molecular pequeno. É útil na identificação de amostras desconhecidas e útil na tentativa de se identificar a composição de misturas. É também importante para caracterizar se o óleo ou gordura sofreu oxidação, pois esse processo leva à formação de compostos de baixo peso molecular e, conseqüentemente, a um aumento do IS (OETTERER, REGITANO-d'ARCE & SPOTO, 2006, ARAÚJO, 2011).

3.4.3 Como prevenir a oxidação

A oxidação pode ser minimizada pelos seguintes procedimentos: escolha de matéria-prima de qualidade; utilização de procedimentos adequados (boas práticas de fabricação), proceder à inativação das enzimas capazes de causar alterações no produto pela aplicação do calor; eliminação do oxigênio atmosférico; redução de qualquer fonte de energia (luz e calor), armazenamento do produto a baixas temperaturas e evitar contato com metais. A adição de um antioxidante e de um agente sequestrante o mais cedo possível é outra forma de prevenção. Segundo BRASIL (1997), antioxidante é a substância que retarda o aparecimento de alteração oxidativa no alimento. Segundo a FDA (2013), antioxidantes são substâncias usadas

para preservar o alimento através do retardo da deterioração, rancidez ou descoloração devido à oxidação.

Logo, o uso de antioxidantes seria outro meio eficiente para evitar ou retardar a velocidade da oxidação em óleos e gorduras, e esses são encontrados em grande quantidade no mercado tanto naturais quanto sintéticos. Para o uso em alimentos, os principais antioxidantes são os fenóis mono ou poli-hídricos com várias substituições em seu anel. Para que sua eficiência seja máxima, os antioxidantes primários ligam-se a outros antioxidantes fenólicos ou com agentes que sequestram os metais (DAMODARAN, PARKIN & FENNEMA, 2010).

A escolha do melhor antioxidante, natural ou sintético, deve levar em conta alguns fatores, tais como: o tipo de óleo ou gordura que será estabilizado; o nível de dispersão e solubilidade no óleo; a presença de metais; descoloração, severidade e grau do processamento e a quantidade máxima permitida pela FDA (COUTER, 1988). Considerar também que esse antioxidante deve ser eficiente em baixas concentrações (0,001% a 0,01%), não produzir efeitos indesejáveis na cor, odor, sabor e outras características do alimento, o composto e seus produtos de oxidação não devem ser tóxicos, mesmo que se ingeridas acidentalmente doses muito maiores que normalmente são encontradas nos alimentos. Legislação, custo e preferência por antioxidantes naturais pelo consumidor são fatores relevantes (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009).

A eficácia de um antioxidante depende de vários fatores, como a energia de ativação, as constantes de velocidade, o potencial de oxido-redução, a facilidade com que se pode perder ou destruir os antioxidantes e sua solubilidade. Idealmente, o radical livre antioxidante resultante da reação não deve iniciar por si mesmo a formação de novos radicais livres ou ser sujeito a uma rápida oxidação por uma reação em cadeia. A respeito disso, os antioxidantes fenólicos são excelentes, pois são doadores de elétrons ou hidrogênios e além do mais, seus radicais intermediários são relativamente estáveis devido à deslocação por ressonância e a falta de posição apropriada para ser atacados pelo oxigênio molecular. O sinergismo, situação em que a combinação de dois antioxidantes é mais eficiente que o emprego de um isoladamente, gera duas situações interessantes: uma que implica na ação de receptores de radicais livres mesclados e outra em que implica

na ação combinada de um receptor de radicais livres e um quelante de metais (DAMODARAN, PARKIN & FENNEMA, 2010).

São quatro os antioxidantes fenólicos sintéticos permitidos em alimentos: BHA (Butilhidroxianisol), BHT (Butilhidroxitolueno), TBHQ (Butilhidroxiquinona) e GP (galato propila). Os tocoferóis, ou vitamina E, são os principais antioxidantes naturais em vegetais e gordura animal. A escolha entre eles será determinada com base nos requerimentos tecnológicos. Na maioria dos casos, a combinação entre alguns tipos irá fornecer melhor resultado do que cada tipo isoladamente, sendo esse fenômeno denominado sinergismo. Quando escolhido somente um tipo de antioxidante, sua concentração não pode ultrapassar 0,01% (100 ppm), com base no teor de óleo e, ou, gordura no alimento. Quando mais de um tipo é utilizado, o total não pode exceder a 0,02% (200 ppm) e nenhum dos antioxidantes pode ultrapassar 0,01% (ARAÚJO, 2011).

Os antioxidantes sinérgicos se dividem em duas classes, os removedores de oxigênio, como o ácido ascórbico, palmitato de ascobila e o ácido eritórbico e os agentes complexantes como o ácido fosfórico e fosfatos, o EDTA (ácido etilenodiaminatetracético) e o ácido cítrico. Os sinérgicos, de modo geral, aumentam a vida útil dos antioxidantes primários, aumentam a efetividade do controle da oxidação quando utilizados em conjunto (ARAÚJO, 2011).

3.5 Farinhas

Segundo BRASIL (2005), pela RDC nº 263, farinhas são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos, sendo a umidade máxima permitida de 15% (g/100g).

O trigo está entre as plantas mais cultivadas mundialmente, representando cerca de 33% dos cereais colhidos por ano no mundo. Pertencente à família das gramíneas do gênero *Triticum* encontra-se no mercado grande variedade de espécies, sendo que três delas destacam-se pelo maior volume, representando 90% do trigo cultivado no mundo. Cada uma dessas espécies é adequada a um produto:

Triticum aestivum: responsável por mais de quatro quintos da produção mundial, é o mais cultivado no planeta e chamado de trigo comum. Seu teor de proteína é em torno de 15% e é o mais utilizado na fabricação de pães.

Triticum compactum: seu teor de proteína é na ordem de 8%, apresentando um menor teor de glúten. Conhecido como tipo clube, é mais utilizado na produção de bolos e biscoitos, mais macios e menos crocantes.

Triticum durum: não cultivado no Brasil, esse tipo de trigo é utilizado na produção de massas (macarrão), pois possui um glúten mais resistente, permitindo uma textura mais firme após o cozimento (MORETTO & FETT, 1999; ABITRIGO, 2013).

Dois produtos são obtidos do processo de moagem do grão de trigo: o farelo de trigo e a farinha, na proporção de 25% de farelo e 75% de farinha. A farinha é encontrada no mercado de diversas formas, como refinadas brancas ou amarelas (especiais), integrais, farelo, fibra, gérmen, grão inteiro e triguilho. Algumas vezes, são enriquecidas com ingredientes que agregam valor nutritivo como ferro e ácido fólico. Destinadas a diversos seguimentos no Brasil, tem-se que aproximadamente 55% da farinha é utilizada na panificação, 17% para produzir macarrão, 13% na comercialização de biscoitos, 11% para uso doméstico e 4% para outros segmentos não especificados (ABITRIGO, 2013).

Conforme citação da ABITRIGO (2013) constata-se que o Brasil não consegue produzir todo o trigo que consome: o consumo médio de trigo é de 10.8 milhões de toneladas, enquanto que sua produção é de 5.9 milhões de toneladas. Dessa quantidade de trigo consumida, 8.26 milhões de toneladas são de farinha de trigo.

O uso de farinhas mistas entrou no mercado para solucionar dois possíveis pontos críticos mercadológicos: (i) do ponto de vista econômico: a substituição parcial da farinha de trigo quando a mesma estiver indisponível ou com custo elevado; (ii) do ponto de vista nutricional: agregar valor aos diversos produtos consumidos por públicos variados.

Na literatura, são muitos os trabalhos que obtiveram sucesso ao utilizar farinha mista para produzir produtos para panificação, como pães, bolos e biscoitos. A EMBRAPA ACRE (2010) desenvolveu uma farinha mista de banana e castanha do Brasil para industrialização, visando sua incorporação no cardápio da merenda

escolar. Ao desenvolver essa farinha mista de banana e castanha, a EMBRAPA ACRE (2010) teve como objetivo agregar valor a esses produtos e ampliar o seu consumo dentro e fora do Estado.

GUILHERME (2002), ao desenvolver farinhas mistas compostas de farinha de trigo e de fubá mimoso e fubá QPM (melhor qualidade proteica) para produção de biscoitos, concluiu que houve uma aceitação por parte dos provadores quanto à aparência e ao sabor dos biscoitos desenvolvidos. Testou-se o uso de 60% de farinha de trigo e 25% de fubá mimoso ou fubá QPM. A mistura com o fubá QPM apresentou melhor textura de acordo com o teste de aceitação realizado.

RIBEIRO (2004) testou o uso de farinha mista de trigo e banana para produzir biscoitos e a melhor formulação encontrada foi a que substituiu 20% da farinha de trigo pela de banana, obtendo um biscoito com boa aparência e sabor.

OLIVEIRA *et al.* (2007), ao testar o uso de farinha mista de trigo e linhaça na proporção de 10% para produção de pão de sal, concluíram que houve uma excelente aceitação dos consumidores, proporcionando ao produto sabor agradável e características físico-químicas similares ao pão de sal tradicional, representando uma nutritiva e saborosa opção para a alimentação do dia-a-dia dos consumidores.

3.5.1 Farinha da macaúba

Considerado um produto regional, obtido artesanalmente através da secagem da polpa da fruta *in natura*, a farinha da Macaúba passa ainda pelos processos de moagem e peneiramento para assim ser disponibilizada aos consumidores. Ao desenvolver um biscoito tipo *cookies* com a farinha da polpa da Macaúba, Kopper e outros (2009) pretendiam contribuir para a inovação tecnológica e aproveitamento nutricional de frutos pouco conhecidos em regiões diferenciadas do Brasil. Ainda, avaliaram a suas características através de análises sensoriais, físicas e químicas. Foram elaborados seis tipos de formulações: formulação padrão doce (FPD), formulação padrão salgada (FPS) elaborados com misturas de farinha de trigo e amido, ambas elaboradas sem a presença da farinha de Macaúba (FM). Formulação doce e salgada com adição de 10% de FM e formulação doce e salgada com 15% de FM. Ao final da pesquisa, concluíram que todas as formulações de biscoito com adição de farinha de Macaúba foram bem aceitas sensorialmente (gostei

levemente). Ainda, demonstraram que os *cookies* doces e salgados elaborados com 15% de FM são alimentos classificados como fonte de fibra, pois possuem 3,88 g e 3,46 g de fibras respectivamente em 100 g de produto. A vitamina A também se faz presente numa quantidade significativa nessas formulações. Dessa maneira, fica evidente que o uso da farinha de Macaúba na elaboração de novos produtos como biscoitos, contribui para o enriquecimento da dieta regional, podendo envolver programas de suplementação alimentar como uma fonte natural de fibras e vitamina A.

Verediano (2012) formulou um produto alimentício utilizando a farinha da polpa da Macaúba e obteve sucesso na sua aceitação. O principal objetivo foi encontrar uma metodologia que produzisse uma farinha com qualidade alimentícia a partir da torta residual da extração do óleo da polpa da Macaúba e investigar sua utilização em um produto de panificação. Após caracterização da torta residual, elaboraram-se bolos com 30%, 42% e 54% de substituição de farinha de trigo pela farinha de Macaúba, cujo teor de fibras da ordem de 20% a caracteriza como rica em fibras. A análise sensorial dos bolos provou que existe uma boa aceitação dos mesmos em relação à aparência, sabor, aroma, textura, impressão global e intenção de compra, mesmo considerando que a de menor substituição tenha sido a mais bem aceita (30%).

3.6 Biscoitos e bolachas

De acordo com BRASIL (2005), através da RDC nº 263, biscoitos são os 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. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos.

Usualmente, o produto recebe o nome de biscoito ou bolacha mais a substância principal que o caracteriza ou por nomes consagrados pelo uso, por exemplo biscoito de polvilho, bolacha de coco, *grissini*. São, então, classificados de acordo com os ingredientes que os caracterizam ou forma de apresentação (MORETTO & FETT, 1999):

Biscoito ou bolacha salgada: produto que contém cloreto de sódio em quantidade que acentue o sabor salgado, além das substâncias normais desse produto;

Biscoito ou bolachas doces: produtos que contém açúcar, além das substâncias normais desse tipo de produto;

Recheados: quando possuem um recheio apropriado;

Revestidos: quando possuem um revestimento apropriado;

Grissini: quando preparado com farinha de trigo, manteiga ou gordura, água e sal e apresentadas sob a forma de cilindros finos e curtos;

Biscoitos ou bolachas para aperitivos e petiscos ou salgadinhos: aqueles que contêm condimentos, substâncias alimentícias de sabor forte, característico, além das substâncias normais desses tipos de produtos. Geralmente, possuem formas variadas e tamanhos pequenos;

Palitos para aperitivos ou pretzel: produto feito à base de farinha de trigo, água, sal, manteiga ou gordura e fermento biológico; a massa é moldada em forma de varetas, que podem ser dobradas em forma de oito, e são submetidas a prévio cozimento rápido em banho alcalino, antes de assadas;

Waffle: produto preparado à base de farinha de trigo, amido, fermento químico, manteiga ou gordura, leite e ovos e finalizado sob a forma de folhas prensadas;

Waffle recheado: feito com folhas de *waffle* superpostas em camadas intercaladas de recheio;

Petit-four: preparado à base de farinhas, amido ou féculas, doce ou salgado, podendo conter leite, ovos, manteiga, gorduras e outras substâncias alimentícias que o caracteriza como coco, frutas oleaginosas, geleia de frutas e queijo.

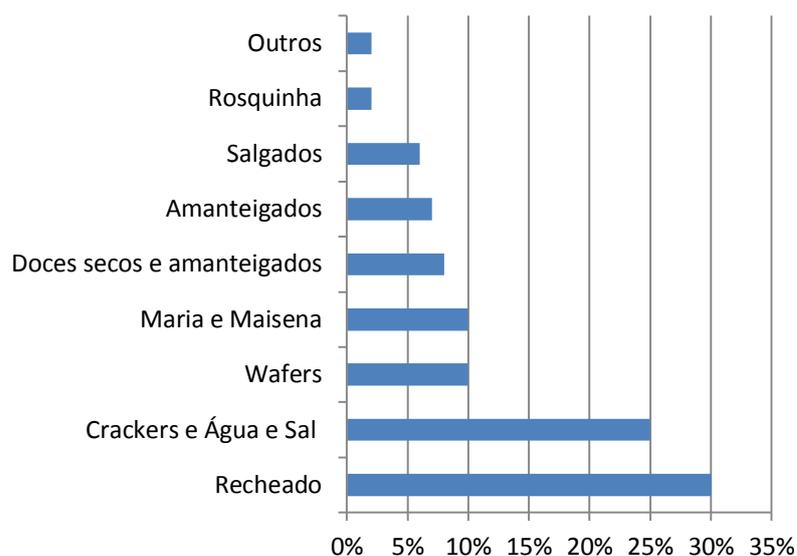
Existem várias diferenças entre os diversos tipos de biscoitos e outras classes de produtos assados, sendo a primeira e mais óbvia diferença em seus pesos e tamanhos. Geralmente são mais finos, com espessura em torno de 10 mm, formato redondo ou retangular, tendo um peso unitário entre 15-16 g. A umidade é baixa, tipicamente menor que 5%. Quando o biscoito possui baixa umidade e espessura muito fina, o produto fica mais duro e crocante. Atualmente, também temos biscoitos mais macios, consequência de uma umidade mais elevada e de outras mudanças em sua formulação (CAUVAIN & YOUNG, 2006).

Os “cookies” são biscoitos tipicamente americanos e são classificados como “*short dough biscuits*”, referindo-se à falta de extensibilidade e elasticidade em sua massa que, apesar da grande quantidade de farinha de trigo ou outros farináceos presentes, tem grande concentração de açúcares e gorduras, o que leva à formação de uma rede de glúten mínima. As principais características desse grupo de biscoitos são a textura mais grossa e a tendência em se tornarem maiores em extensão e largura depois de assados. A indústria considera o controle do aumento deste tamanho ou espalhamento um problema de processamento. Porém, a irregularidade de sua forma e tamanho pode ser uma vantagem, pois o aspecto remete a um produto caseiro (MANLEY, 1996).

Por ter baixa umidade e atividade de água, biscoitos possuem vida de prateleira longa, podendo chegar a vários meses. Suas características sensoriais também são prolongadas, desde que haja um cuidado em relação à conservação da baixa umidade. Quando essa umidade não é bem conservada e ocorre uma absorção de água da atmosfera que o cerca, há um amolecimento deste produto e a consequente perda da crocância. Outro problema que se encontra na conservação dos biscoitos é o desenvolvimento de rancidez que pode aumentar em produtos com alto teor de gordura, baixa atividade de água e longo tempo de estocagem (CAUVAIN & YOUNG, 2006).

O Brasil é o segundo maior produtor de biscoitos no mundo com registro de 1.206 milhões de toneladas produzidas em 2009. Segmentado em nove categorias maiores, os biscoitos recheados ficam como o produto mais comercializado, detendo 30% dessas categorias. Com 585 fábricas espalhadas pelo Brasil até 2009, a indústria de biscoitos representa muito para economia do país, gerando cerca de 30 mil empregos e sendo responsável pelo consumo de cerca de 780 mil toneladas de farinha, 263 mil toneladas de açúcar, 187 mil toneladas de gordura e 72 mil toneladas de embalagens (SIMABESP, 2009). Na Figura 12, pode-se verificar a distribuição do mercado de biscoitos, segmentado em categorias.

Figura 12 - Mercado de biscoitos segmentado em categorias



Fonte: SIMABESP, 2009.

Os ingredientes e a formulação usados no preparo irão caracterizar o tipo de biscoito produzido e, até mesmo a maneira como estes são assados, influenciará no processo. Biscoitos e *cookies* são bem mais densos que bolos e pães devido ao desenvolvimento limitado do glúten e uma formação insignificante de espuma durante o processo de mistura e, por outro lado, pelo desenvolvimento limitado de uma estrutura esponjosa quando assados. Com uma ampla variedade de produtos, tanto local quanto regional, torna-se difícil classificá-los como um único grupo. Contudo, pode-se considerar que são unificados pela similaridade das matérias-primas utilizadas, mas diferenciados nos aspectos tecnológicos da produção. Como exemplo, sabe-se que o processo de mistura é comum para todos os tipos de biscoitos, porém, o método de formação de cada unidade varia, podendo ser estampados, cortados por fio, depositados, etc.(CAUVAIN & YOUNG, 2006).

3.6.1 Principais matérias-primas utilizadas na elaboração de biscoitos e bolachas

Para elaboração de biscoitos, os ingredientes utilizados podem ser enquadrados em duas categorias:

- Amaciadores (açúcar, gema de ovos, gorduras e fermentos).

- Estruturadores (farinha, ovos, leite, água e sal).

Outros ingredientes também podem entrar na formulação em menor quantidade como malte, outros suplementos enzimáticos, corantes, micronutrientes, aromatizantes, entre outros (MORETTO & FETT, 1999).

A farinha utilizada na formulação de biscoitos e bolachas varia de acordo com as suas propriedades, dependendo do tipo de trigo do qual provém. Alguns testes analíticos e reológicos são importantes para manter a uniformidade na qualidade do produto final. Para elaboração de biscoitos, o ideal é que a farinha tenha uma taxa de extração de 70 a 75% (rendimento de moagem no qual é refletido pela separação do endosperma da farinha). O conteúdo de proteína (glúten) da farinha, entre 8 a 11%, tem influência direta na sua qualidade, sendo forte e difícil de ser estirado ou fraco e fácil de ser extraído, no qual o primeiro é ideal para biscoitos do tipo *crackers* e o segundo para outros biscoitos. O tamanho de suas partículas é outra característica importante. O ideal é que 55% apresentem tamanho inferior a 40 µm, 35% entre 40 a 90µm. A farinha muito fina produz biscoitos mais leves, tenros e frágeis. Para tipos *crackers* exige-se uma farinha com maior riqueza, podendo ser obtido através da mistura de 50% de farinha forte com 50% de farinha de trigo mole ou fraco. Para biscoitos quebradiços e semidoces é necessária uma farinha que forme uma massa que tenha mais extensibilidade. A relação extensibilidade/recuperação (E/S) ideal para biscoitos e bolachas são aquelas com valor maior que nove. A recuperação não é necessária, pois biscoitos e bolachas devem ter sua forma e tamanho inalterados após serem estampados, já que qualquer alteração do diâmetro e da espessura do biscoito afeta o processo de embalagem, que necessita da exatidão das dimensões do produto acabado (MORETTO & FETT, 1999).

O sal tem variadas funções na fabricação de biscoitos como contribuir para o sabor do produto e também garantir o desenvolvimento da proteína do trigo, o glúten. Devido a sua natureza iônica, há uma colaboração no controle da atividade de água do produto e conseqüentemente evita a formação de mofos e bolores, aumentando sua vida de prateleira. Sua quantidade na formulação do produto em teores varia de 0,6 a 1,5%, sobre a farinha de trigo. Na fabricação de produtos fermentados como nos biscoitos do tipo *crackers*, o sal tem papel importante no controle sobre a fermentação da massa, agindo como estabilizador da fermentação,

controlando a taxa de reprodução da levedura. O sal deve ser o mais puro possível e deve estar livre de cobre, pois metais são precursores da rancificação na gordura. O excesso de alcalinidade pode afetar o pH da massa do biscoito e deve ser evitado (MORETTO & FETT, 1999; CAUVAIN & YOUNG, 2006).

O leite na produção de biscoitos é usado na forma líquida ou em pó, sendo a última opção mais utilizada pelas facilidades de manipulação. Como função principal na fabricação das bolachas, o leite confere sabor e cor ao produto, retém melhor a umidade, dá consistência à massa, reduz a doçura e deixa o produto mais nutritivo. Muitas vezes, utiliza-se o soro do leite ao invés do leite, pois a proteína do soro é mais solúvel em água, resultando em uma massa e produto final mais macio. Porém, pelo maior teor de lactose, esse produto tende a se escurecer mais rapidamente durante o assamento (MORETTO & FETT, 1999).

A água tem como principal função na elaboração de biscoitos dissolver os ingredientes solúveis e hidratar o glúten, possibilitando seu desenvolvimento. Ainda, aumenta o empenho de algumas propriedades físicas da massa como a consistência, maleabilidade, pegajosidade, extensibilidade, elasticidade, etc. (MORETTO & FETT, 1999).

Mais raramente, usado na produção de biscoitos, os ovos podem ser utilizados inteiros ou tendo suas partes separadas. As claras conferem cor, sabor e efeito *shortening*, devido ao seu material gorduroso e sua ação emulsificante. Destacam-se nas qualidades estruturais expressas em características de textura e aparência. Quando utilizada somente a gema, também se verifica uma melhora da aparência e textura, porém com 30% de gordura há uma contribuição para o enriquecimento do produto final (MORETTO & FETT, 1999).

O açúcar é um ingrediente fundamental na formulação de biscoitos e destaca-se ao garantir a doçura, elevar a maciez, contribuir para o volume, desenvolver cor agradável na crosta, criar equilíbrio próprio entre líquidos e sólidos responsáveis pelo contorno, agir como veículo para outros aromas, melhorar a retenção de umidade e dar um acabamento atrativo. Tem um papel importante na textura do biscoito, sendo que granulometrias mais grosseiras estão ligadas ao produto macio e as finas, aos produtos mais resistentes. Granulometrias mais grosseiras também resultam em biscoito de expansão maior do que açúcares com granulometrias mais finas, sendo dependente da quantidade de água disponível na formulação. Nos

produtos fermentados, serve de substrato às leveduras e a outros microrganismos para elaborar CO₂ e os componentes aromatizantes que dão as características desses biscoitos. Os açúcares mais usados comercialmente e de destaque para a indústrias alimentícias são divididos em três grupos principais: açúcares derivados de cana-de-açúcar e/ou beterraba; açúcar derivado de amido e outros carboidratos; açúcar misto (MORETTO & FETT, 1999).

Os óleos e gorduras são certamente os ingredientes mais importantes e provavelmente os mais caros utilizados na formulação dos biscoitos. Através da seleção adequada da gordura utilizada, pode-se obter uma ampla variedade de biscoitos, sendo que aquelas com baixo custo resultarão em biscoitos com menor qualidade e, as mais caras, biscoitos de alta qualidade. Para decidir qual tipo de gordura usar, devem-se considerar fatores como resistência à rancificação, sabor e aroma, poder creme, plasticidade (tamanho dos cristais), textura, cor, sensibilidade à luz e preço. Para qualificar as gorduras dentro dos critérios de seleção citados, utilizam-se métodos como valor iodo, índice de sólidos, ponto de solidificação e de fusão, ácidos graxos, valor de peróxidos, sendo que cada um desses itens indicará se a gordura foi processada adequadamente. Dessa maneira, sabe-se que tanto o tipo quanto a quantidade de gordura presentes na formulação afetam diretamente na qualidade do produto final. São quatro as principais funções da gordura num biscoito, sendo elas lubrificação, aeração, mastigação e expansão, possibilitando um produto final mais macio com textura uniforme e o aumento de seu volume (MORETTO & FETT, 1999).

Fermento em pó possui, geralmente, três componentes principais: uma fonte de dióxido de carbono, normalmente feita pelo bicarbonato de sódio, um ácido que reage com essa fonte e um agente inerte, sendo comum o uso do amido, para prevenir a ação prematura entre o bicarbonato e o ácido, mantendo-os separados e evitando a liberação do gás carbônico durante o armazenamento. Sendo um diluente, o amido separa os componentes fisicamente, formando uma cobertura e absorvendo a umidade livre que possa estar presente no ambiente e penetre no fermento em pó. A quantidade de fermento utilizada depende do produto final que se quer reproduzir, de suas características e quantidades dos ingredientes empregados e da altitude. Ainda, o modo de preparo da massa influi nessa quantidade. A quantidade de fermento em pó empregada varia de 0,25 a 5% na base da massa da

farinha. Seu excesso é, muitas vezes, mais prejudicial do que quando não usado, pois pode trazer fendas, miolo escuro e sabor salgado ou estranho, resultando em produtos desuniformes e de baixa qualidade. A sua falta acarreta em biscoitos densos, de estrutura pesada e com falta de volume e qualidades degustativas. O ideal é que se misture o fermento da receita à farinha e depois a peneire, pois assim haverá uma melhor distribuição desse ingrediente à massa (MORETTO & FETT, 1999).

3.6.2 Uso de matérias-primas alternativas para o desenvolvimento de biscoitos

Encontram-se na literatura diversos trabalhos que associam a produção de biscoitos e o uso de matérias-primas alternativas com o objetivo de um maior aproveitamento de coprodutos com alto índice de nutrientes e que são mal aproveitados pelas indústrias alimentícias, sendo muitas vezes descartados no meio ambiente de forma inadequada.

Protzek e outros (1998) utilizaram a farinha do bagaço da maçã para produzir um biscoito com elevado teor de fibras alimentares, sendo encontrado na farinha do bagaço da maçã um total de 27,10% de fibra bruta e para fibra alimentar total, 66,03%. O processo de moagem utilizado ainda possibilitou a obtenção de uma farinha com característica de pó fino, com granulometria com tamanho inferior a 0,35mm. Seu trabalho teve uma boa aceitação entre os julgadores em todos os níveis de substituição testados, sendo eles 20, 30, 40 e 50%.

Silva e outros (1999) pesquisaram a farinha de jatobá como substituto parcial da farinha de trigo para produção de biscoitos tipo *cookie* com o objetivo de expandir o consumo do jatobá além da região do cerrado, fazendo um estudo dos aspectos físico-químicos e tecnológicos dessa farinha. Com o estudo, chegaram à conclusão que a farinha possui um alto teor de fibras alimentares, tendo um grande potencial para suplementação de produtos de panificação e confeitaria. Os biscoitos testados foram bem aceitos para uma substituição de até 25% da farinha de trigo pela farinha de jatobá.

Ishimoto e outros (2007) também desenvolveram um biscoito rico em fibras através da substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de casca de maracujá,

tendo seu produto final, 7,5% mais fibras que um biscoito similar sem a farinha de casca de maracujá. Além disso, houve uma maior aceitação pelos provadores pelo biscoito com menor teor de gordura, o que reduz custos, e demandou um maior uso da farinha de casca de maracujá, o que acarretaria num melhor aproveitamento deste resíduo pela indústria.

Ribeiro & Finzer (2010), preocupados com o aproveitamento integral dos alimentos e em desenvolver um produto de elevado valor nutritivo acessível a classes economicamente menos favorecidas, testaram um biscoito do tipo *cookie* à base de farinha de sabugo de milho e casca de banana, acrescentando ainda uma solução Purelac (produto à base de soro de leite em pó, utilizado para melhorar as características sensoriais do produto final). Obtiveram uma resposta positiva dos julgadores em relação à aceitabilidade do produto desenvolvido, situando a média entre “gostei regularmente” e “gostei moderadamente”, ressaltando que ainda são necessários testes adicionais para chegar à formulação ideal que não deixe o sabor da matéria-prima sobressair sobre o sabor dos outros ingredientes.

Para finalizar, Silva e outros (2012) aproveitaram os resíduos desidratados e moídos do processamento de polpa de acerola para formularem um biscoito do tipo *cookies* como fonte alternativa de nutrientes. Através da caracterização físico-química da farinha de acerola, demonstraram que o produto possui valores de umidade, cinzas, acidez total titulável, pH, atividade de água, proteínas e lipídios dentro do aceitável, sendo porém considerada muito ácida pois apresenta pH abaixo de 4,5, tendo como ponto positivo o fato de dificultar a proliferação microbiana. A formulação mais aceita pelos provadores foi aquela em que se substituiu 10% da farinha de trigo pela farinha de acerola, provando que essa pode ser mais uma alternativa eficiente e de baixo custo para o aproveitamento dos resíduos do processamento de polpa de acerola, além de ajudar no ponto de vista ambiental, serve como fonte de suplemento na alimentação das classes sociais menos privilegiadas.

3.7 Desenvolvimento de Produtos

Com um mercado interno sem grandes desafios, no final da década de 1980 presenciava-se uma indústria brasileira com pouco desenvolvimento e um mercado

dominado por uma política protecionista em que não oferecia grandes incentivos ao desenvolvimento da competitividade das empresas nacionais. No início dos anos 90, com a decisão do governo federal de adotar medidas para abertura do mercado, a indústria verificou a necessidade de melhorar a qualidade de seus produtos e acirrar a competitividade, pois assim teria condições de enfrentar seus concorrentes externos e até mesmo conquistar novos mercados. Porém, a economia nessa época não era favorável aos investimentos externos, possibilitando o crescimento das empresas sem grandes esforços. Em 1994, com a adoção do plano real e a estabilização da economia brasileira, houve um maior investimento estrangeiro, pois se acelerou o processo de abertura de mercado e as privatizações. A consequência do fluxo de capital foi a inserção definitiva da globalização e todos os efeitos desse processo (BOLGENHAGEN, 2003).

As rápidas mudanças tecnológicas exigem das empresas uma diversificação do mercado e conseqüentemente, uma inovação mais frequente, ciclos de vida de produto mais curtos e produtos confiáveis e de alta qualidade. A competitividade é diretamente relacionada ao Desenvolvimento de Produtos (SALGADO *et al.*, 2010).

Com um melhor padrão de vida e maior acesso às informações, o consumidor atual é mais exigente e essa característica influencia diretamente em suas escolhas no supermercado. No setor alimentício, verifica-se a busca da melhoria da qualidade de vida com um mínimo de esforço, resultando na procura por produtos funcionais, enriquecidos com vitaminas, lights, diets e etc. Há um reflexo direto deste novo quadro do mercado consumidor nas grandes oportunidades para as empresas no desenvolvimento de produtos e conseqüentemente no crescimento da mesma, impulsionando a busca pela inovação e a otimização deste processo dentro das indústrias. É imprescindível o envolvimento de profissionais capacitados e o comprometimento da alta gerência para um efetivo sucesso desse processo, para que sejam produzidos alimentos seguros e de qualidade, consolidando assim a importância dos setores de Pesquisa e Desenvolvimento (P & D) (OLIVEIRA & RODRIGUES, 2011).

Segundo Oliveira e Rodrigues (2011), uma das ferramentas de apoio ao Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) na indústria alimentícia é a análise sensorial. A procura do consumidor por alimentos diversificados, práticos, seguros e de qualidade é uma realidade do mercado e a análise sensorial é uma

ciência que engloba o PDP através do fornecimento de informações decisivas que demonstram até que nível pode variar a qualidade de um produto sem que sua imagem seja prejudicada frente ao mercado consumidor (MARTINS, 2002).

3.8 Análise sensorial

Com objetivo de identificar e atender aos anseios dos consumidores, quando se pretende introduzir um novo produto alimentício, recorre-se a um procedimento que envolve uma série de técnicas que permite avaliar um produto quanto à sua qualidade sensorial. Esse procedimento, denominado Análise Sensorial, fundamenta-se na ciência que estuda as percepções, sensações e reações do consumidor sobre os aspectos do produto, podendo-se obter respostas que incluem a aceitação ou rejeição do novo produto (MINIM, 2013).

A avaliação sensorial pode ser empregada em diversos campos, tais como:

- Desenvolvimento de novos produtos e novos processos de fabricação;
- Otimização de formulações e processos;
- Comparação do produto com seus respectivos concorrentes no mercado;
- Controle de qualidade de matérias-primas e produtos;
- Estabelecimento de padrões de qualidade de matérias-primas e produtos;
- Estudos sobre armazenamento e vida de prateleira;
- Estudo de consumidor;
- Seleção e treinamento de provadores;
- Correlação de medidas sensoriais com medidas físico-químicas e

instrumentais (PONTES, 2008).

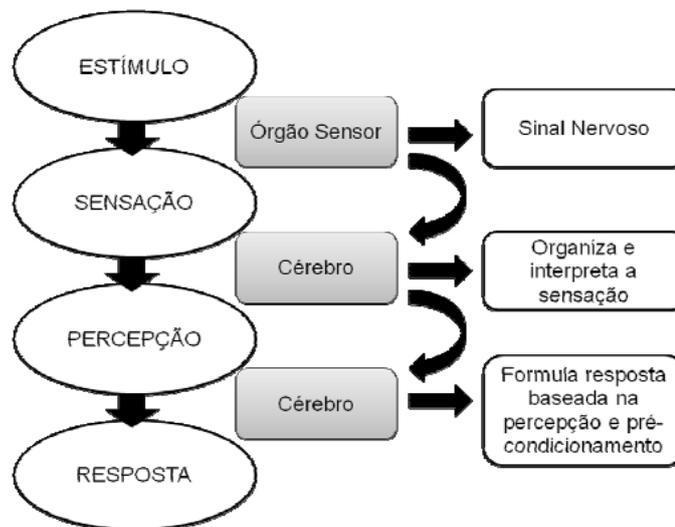
Os métodos ou técnicas de análise sensorial classificam-se em: discriminativo ou de diferença; de sensibilidade; descritivos e; afetivos. Os testes discriminativos indicam se existe ou não diferença perceptível entre amostras com algumas características diferenciadas em sua formulação. Entre esses destacam-se o teste triangular, teste duo-trio, teste de comparação pareada, teste de ordenação, teste A ou não-A, teste de comparação múltipla ou de diferença do controle. Os testes de sensibilidade medem a habilidade de perceber, identificar e/ou diferenciar qualitativa e/ou quantitativamente um ou mais estímulos pelos órgãos dos sentidos, sendo esses o teste de limite, teste de estímulo constante e teste de diluição. Os testes

descritivos são aplicados com o objetivo de se obter a caracterização qualitativa e quantitativa das amostras e traçar seu perfil sensorial, destacando-se os seguintes testes: Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), Perfil de Sabor e o Perfil Livre. Os testes afetivos são aqueles que visam conhecer a aceitação do provador sobre o produto, denominados testes de escala hedônica, escala do ideal e escala de atitude, e a preferência no julgamento de diferentes amostras, denominados testes de ordenação da preferência e preferência pareada (MEILGAARD *et al.*, 2007).

O objetivo final a que se propõem o desenvolvimento ou a inovação de um produto é a aceitação por parte do consumidor. Para o consumidor, não importa se o alimento possui características químicas, físicas ou microbiológicas, o que importa é se a característica sensorial do alimento atende as suas necessidades (MINIM, 2013).

O desenvolvimento da escolha de um produto através da análise sensorial varia de pessoa para pessoa, sendo determinada por vários fatores que se baseiam nas técnicas de percepção psicológica e fisiológica. A percepção envolve a filtração, a interpretação e reconstrução da quantidade de informação que o receptor irá receber. A cadeia de percepção sensorial envolve três etapas básicas: o estímulo alcança o órgão sensor e é convertido em sinal nervoso transportado até o cérebro, que organiza e interpreta a sensação recebida em percepção. Por último, uma resposta é elaborada com base na percepção. Tanto a sensação quanto a percepção envolvem o cérebro, sendo a sensação um fenômeno mais periférico e a percepção mais central, esta última influenciada por um pré-condicionamento do indivíduo. Conforme descrito, uma representação esquemática da cadeia de percepção sensorial é apresentada na Figura 13 (DUTCOSKY, 2013; MEILGAARD *et al.*, 2007).

Figura 13 - Representação esquemática da cadeia de percepção sensorial



Fonte: MEILGAARD *et al.*, 2007.

3.8.1 Testes afetivos

De acordo com Dutcosky (2013), os testes afetivos medem o quanto uma população gostou de um produto, avaliando a preferência e a aceitabilidade. A preferência engloba a escolha de uma amostra em relação à outra e o contínuo psicológico do afetivo, ou seja, percepção do agradável até o desagradável por meio do qual se baseia a escolha. A aceitabilidade avalia o grau com que os consumidores gostam ou desgostam de um produto, uma experiência caracterizada por uma atitude positiva pelo hábito de comprar ou consumir um alimento.

Dessa forma, o desenvolvimento de novos produtos deve incluir a realização de testes afetivos. Esses são realizados em várias etapas como, por exemplo, na pesquisa qualitativa, grupo focal para avaliar um conceito ou um protótipo; testes de laboratório e testes de localização central, para confirmar se as características do produto oferecem as vantagens esperadas, bem como efetuar comparações com outras marcas existentes no mercado e, também, confirmar se as características do produto permanecem quando produzidos em grande escala (MEILGAARD *et al.*, 2007).

Segundo Meilgaard e outros (2007), as finalidades de aplicação dos testes afetivos são:

- Para determinar a aceitação e a preferência global de um produto por meio de uma amostra de consumidores que representem a população a qual o produto se destina;

- Para determinar a aceitação e a preferência do produto em relação aos atributos sensoriais do produto (aparência, aroma, sabor e textura). Destaca-se que o estudo das variáveis intrínsecas (relacionadas ao alimento) e extrínsecas (relacionadas à embalagem e à rotulagem) do produto pode levar a um melhor conhecimento dos fatores que afetam a aceitação e preferência do mesmo;

- Para mensurar as respostas de aceitação de um produto pelos consumidores em relação a um atributo sensorial específico como, por exemplo, nos testes com escalas hedônicas, escalas de intensidade ou escalas do ideal.

3.8.2 Teste de aceitação: escala hedônica

O Teste de Aceitação foi desenvolvido como uma maneira de se quantificar o gostar ou desgostar de um produto (ABNT, 1993). As escalas utilizadas nestes testes podem ser balanceadas ou não balanceadas. Consideram-se as melhores escalas as balanceadas, porque apresentam número igual de categorias positivas e negativas e termos igualmente espaçados, sendo consideradas mais discriminativas e questionadoras. As escalas não balanceadas, ao contrário, são pouco utilizadas por apresentarem mais termos do lado positivo do que do lado negativo, com os termos mais espaçados, podendo levar o provador à dúvida (CHAVES e SPROESSER, 1996; MINIM, 2013).

O teste de escala hedônica é muito utilizado por empresas, pois é facilmente compreendido pelos consumidores e os resultados obtidos considerados válidos e confiáveis. A aceitação pelo produto é expressa pelo consumidor através de uma escala previamente estabelecida que varia, gradativamente, com base nos atributos “gosta” e “desgosta”. Há diferentes tipos de escalas hedônicas como as verbais, as faciais e a não estruturada, conforme apresentado na Figura 14 (MINIM, 2013).

Os julgadores são selecionados ao acaso, porém incluem membros da população consumidora do produto em desenvolvimento. O teste desenvolve-se com o julgador recebendo amostras codificadas com números de três dígitos, sendo solicitado ao mesmo efetuar a avaliação dos seus sentimentos com relação a cada amostra, usando a escala hedônica. Pode-se avaliar a aceitação global, ou seja, o produto como um todo, ou também avaliar a aceitação de atributos do produto como cor, espessura do corte, gosto doce, etc. Na maioria dos casos, é desejável apresentar as amostras de forma monádica (uma de cada vez) e sequencial (uma após a outra). Recomenda-se que todos os provadores provem todas as amostras, o que pode ser realizado com um delineamento de blocos completos ou com um bloco incompleto balanceado. As folhas de respostas preenchidas pelos provadores são organizadas e a escala nominal é transformada em valores numéricos, conforme mostrado na Tabela 5. Dessa forma, podem-se analisar quantitativamente os resultados (CHAVES & SPROESSER, 1996).

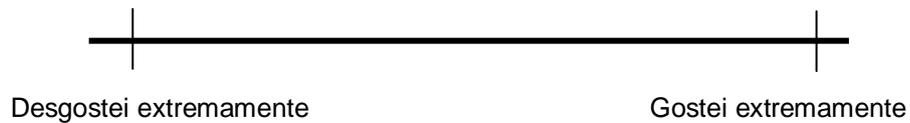
Figura 14 - Exemplo de escalas hedônicas

- () Gostei extremamente
- () Gostei muito
- () Gostei
- () Não gostei / nem desgostei
- () Desgostei
- () Desgostei muito
- () Desgostei Extremamente

(a) escala hedônica verbal de sete pontos ou categorias



(b) escala hedônica facial de sete pontos para meninos



(c) escala hedônica não estruturada de 9 cm

Fonte: MINIM, 2013

Tabela 5 - Transformação da escala nominal em numérica

Escala nominal	Escala numérica
Gostei extremamente	9
Gostei muito	8
Gostei moderadamente	7
Gostei ligeiramente	6
Não gostei e nem desgostei	5
Desgostei ligeiramente	4
Desgostei moderadamente	3
Desgostei muito	2
Desgostei extremamente	1

4 EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E METODOLOGIA.

4.1 Equipamentos

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Prensa do tipo *expeller*, modelo ERT-60II, fabricada pela Scott Tech Equipamentos. É uma prensa com rotação fixa de 48 rpm para extração de óleos vegetais em matérias-primas com teor de umidade inferior a 12%;
- Liquidificador industrial marca FAK capacidade para 1,5 L;
- Agitador de peneiras para análises granulométricas da marca Bertel tipo magnético n.1866 série 0602;
- Estufada marca Nova Ética com controle de temperatura;
- Sistema de extração Soxhlet;
- Titulador Karl Fisher, modelo Tritoline KF da marca Schott;
- Vidrarias usuais de laboratórios de análise e desenvolvimento na área química.

4.2 Materiais e metodologia

A descrição dos materiais e métodos do presente trabalho foi apresentada na forma sequencial, desde a coleta dos frutos e processamentos posteriores.

4.3 Matéria-prima

O presente trabalho foi realizado a partir de matérias-primas coletadas nas safras dos anos 2011-2012 e 2012-2013, doravante identificadas como LOTE 1 e LOTE 2.

Figura 15 - Coletor de Macaúbas instalado numa palmeira da UFMG



Fonte: Acervo Pessoal (2013)

No lote1, foram utilizadas amêndoas extraídas de frutos maduros e frescos recém caídos no chão de palmeiras Macaúba existentes no campus da UFMG. Os frutos foram coletados pelo Grupo de Pesquisa Processos e Produtos da Macaúba. Os frutos foram limpos, selecionados e processados, para então as amêndoas adquiridas serem congeladas. O início das análises se deu em torno do mês de abril de 2012, época em que não se encontravam mais frutos para serem colhidos dentro do Campus.

Para o lote 2, foram construídos coletores com tubos de PVC, redes de nylon e arame, conforme apresentado na Figura 15. Os coletores foram instalados ao redor das palmeiras selecionadas, de modo que os frutos desprendidos caíssem sob a rede, evitando seu contato com o chão, e sua possível contaminação.

O detalhamento das etapas do processamento se deu da seguinte maneira: depois de colhidos, os frutos foram lavados e selecionados. Em seguida, procedeu-se a remoção da casca dos frutos, utilizando um martelo para quebra e uma faca para a retirada de pedaços que ainda ficavam aderidos à polpa. O procedimento posterior de remoção da polpa do fruto foi efetuado de forma manual utilizando-se facas afiadas, resultando na castanha.

Na sequência, a castanha passou por processo que objetivou a separação entre as partes endocarpo e amêndoa, composto das seguintes etapas: secagem do

endocarpo em estufa a 60°C por 24 horas, resfriamento até a temperatura ambiente, quebra do endocarpo com a ajuda de um britador, seguida da separação manual das partes endocarpo e amêndoa. Após essa etapa, as amêndoas foram conservadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas sob congelamento. Na Figura 16, podem-se observar as amêndoas recuperadas após o processamento e na Figura 17 o fluxograma do processo.

Figura 16 - Amêndoas inteiras retiradas da Macaúba



Fonte: DEQ/UFMG, Acervo Pessoal (2013)

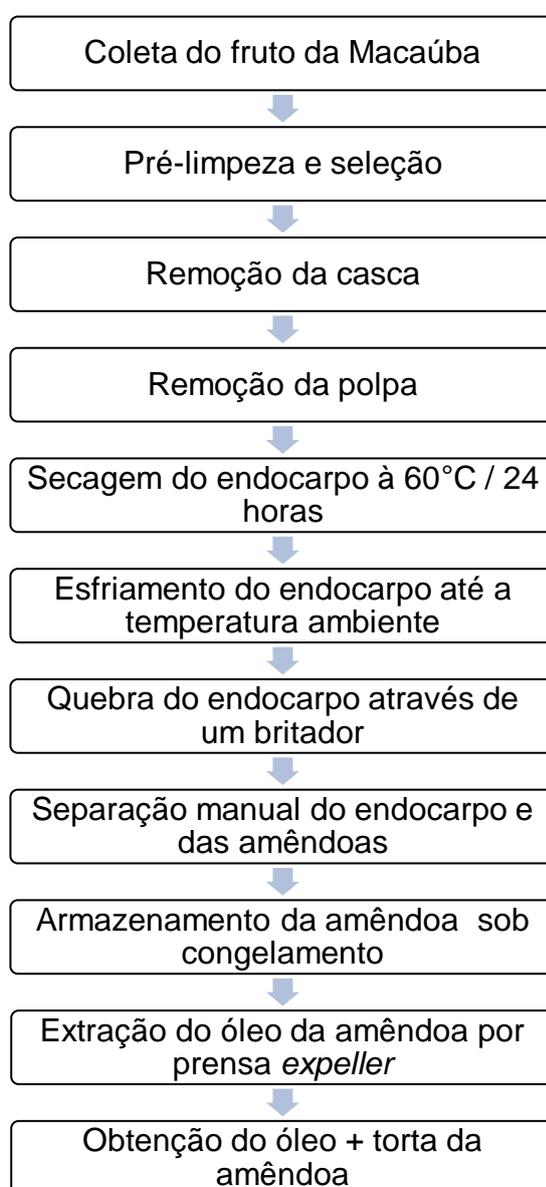
Para o lote 1, o trabalho foi centrado na caracterização das amêndoas e na avaliação do processo de extração em função da utilização de amêndoas com três diferentes granulometrias. Os resultados incluíram a caracterização do óleo extraído, bem como o estudo do rendimento do processo de extração.

No lote 2, devido à escassez e dificuldades de obtenção de quantidade suficiente de frutos dentro do *campus* da UFMG, foram utilizados frutos doados por pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa. Os pesquisadores da UFV forneceram cerca de 250 kg de Macaúba, sendo que estes frutos foram coletados em janeiro de 2013 e conservados por 2 meses em silos com aeração.

Na sequência, o processamento desses frutos para a obtenção da amêndoa foi efetuado na empresa DIBIO – Dores do Indaiá Óleos Vegetais (MG). Essa empresa extrai e comercializa óleo de polpa de Macaúba e produz sabão de coco feito com o óleo da amêndoa da Macaúba, além de comercializar os farelos da polpa e da amêndoa para ração animal e do endocarpo para fabricação de fogos de artifício.

Nessa etapa, o trabalho teve como objetivo a avaliação físico-química da torta resultante da extração do óleo da amêndoa e o seu aproveitamento para o desenvolvimento de um biscoito tipo *cookie*, de forma a aproveitar esse coproduto para a obtenção de um produto destinado à alimentação humana, em função de seu elevado valor nutritivo e de suas características sensoriais, consideradas agradáveis pelos consumidores habituais do fruto da Macaúba.

Figura 17 - Fluxograma do processo de obtenção das amêndoas da Macaúba



4.4 Estudos do óleo e torta da amêndoa da macaúba

4.4.1 Estudo da prensagem da amêndoa da macaúba

Nesse item são relatadas as metodologias que foram empregadas para a caracterização da amêndoa a ser prensada e o processo utilizado para a obtenção do óleo e da torta, produtos resultantes da prensagem em prensa contínua do tipo *expeller*.

4.4.1.1 Caracterização físico-química da amêndoa

A caracterização físico-química objetivou determinar a qualidade da amêndoa por meio do uso de metodologias oficiais utilizadas no meio científico, a saber: *American Oil Chemical Society (AOCS)* e Instituto Adolfo Lutz (IAL), conforme apresentado a seguir.

4.4.1.1.1 Matéria volátil e umidade

Metodologia oficial AOCS Ac 2-41

Após a trituração da amêndoa em liquidificador industrial pequeno, pesou-se três amostras com aproximadamente 10 g cada que foram colocadas para secar em estufa a 130°C por 3 horas. O teor de umidade e voláteis é calculado pela fórmula que considera a diferença de valores entre a massa inicial e a massa final, dividida pela massa total, conforme Equação 1:

$$\text{Umidade e voláteis, \%} = \frac{\text{perda de massa (g)}}{\text{massa da porção de teste (g)}} * 100$$

Equação 1

4.4.1.1.2 Teor de óleo

Metodologia oficial AOCS Bc 3-49

O método utiliza equipamento extrator Soxhlet e expressa o teor de óleo em porcentagem. O óleo da amêndoa é extraído utilizando éter de petróleo como

solvente de extração em processo com duração de 4 horas. O teor de óleo é calculado por meio da fórmula apresentada na Equação 2

$$\text{Óleo, \%} = \frac{\text{massa do óleo (g)}}{\text{massa da amostra (g)}} * 100$$

Equação 2

4.4.1.1.3 Acidez total titulável

Metodologia oficial Adolfo Lutz (2008) 310-IV

A metodologia de determinação da acidez total titulável inclui a titulação do óleo com hidróxido de sódio até o ponto de viragem com o indicador fenolftaleína. A acidez é calculada conforme a fórmula apresentada na Equação 3

$$\text{Acidez em mL de solução M por cento} \frac{v}{m} = \frac{V * f * M * 100}{P}$$

Equação 3

Onde:

V = número de mL da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação;

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio;

P = massa da amostra em gramas ou volume pipetado em mL;

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio.

4.4.2 Redução de partículas e peneiramento

A redução das partículas é importante para que haja um aumento da área de contato entre as superfícies das partículas da amêndoa e o eixo de pressurização da prensa, facilitando a extração do óleo. A redução no tamanho das partículas foi efetuada utilizando o liquidificador industrial. Na sequência, as partículas foram separadas e classificadas segundo sua granulometria por meio de peneiras vibratórias com aberturas de 2,0mm, 1,6mm e o fundo. O processo de peneiramento

foi conduzido durante 1 hora, após o qual foram quantificadas as massas das quantidades recolhidas nas diferentes faixas granulométricas.

4.4.2.1 Extração de óleo por prensa do tipo expeller

Com as amêndoas devidamente separadas e identificadas pelas faixas granulométricas, procedeu-se a extração do óleo e determinação do rendimento obtido, conforme a Equação 4:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{massa}_{\text{óleo}} * (1 - \text{umidade óleo})}{\text{massa}_{\text{amêndoa}} * \text{teor de óleo na amêndoa}}$$

Equação 4

4.4.3 Caracterização físico-química do óleo da amêndoa

Com o objetivo de se avaliar a qualidade do óleo extraído da amêndoa da Macaúba, foram determinados os seguintes índices: de acidez, de saponificação, de peróxido e o teor de umidade. A análise do perfil graxo do óleo da amêndoa também foi realizada.

4.4.3.1 Índice de acidez

Metodologia oficial AOCS Cd3d-63.

O índice de acidez (IA) expressa a quantidade em mg de hidróxido de potássio necessária para neutralizar os ácidos graxos livres presentes em 1,0 g de amostra. O índice de acidez revela o estado de conservação do óleo, uma vez que, a medida que esse óleo se deteriora, ocorre um aumento gradual do no teor de ácidos graxos livres. O cálculo é efetuado por meio da fórmula apresentada na Equação 5:

$$\frac{(A-B)*M*56,1}{W} = \text{índice de acidez, mg} \frac{\text{KOH}}{\text{g}} \text{ da amostra}$$

Equação 5

Onde:

A= volume, mL da base utilizada na titulação;

B= volume, mL da base utilizada na titulação em branco;

M= molaridade da base;

W= massa, g da amostra.

O índice de acidez pode também ser quantificado em termos da percentagem de ácidos graxos livres, normalmente em termos de percentagem de ácido oleico. Nesse caso, a conversão é realizada pela divisão do valor do índice de acidez por 1,99 (AOCS, Ca 5a-40).

4.4.3.2 Índice de saponificação

Metodologia oficial AOCS Cd3-25

O índice de saponificação (IS) compreende a quantidade de base necessária para saponificar determinada quantidade de amostra. É expresso em quantidade de miligramas do hidróxido de potássio necessárias para saponificar 1,0 g da amostra. O Índice de saponificação é inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos presentes. O cálculo é efetuado por meio da fórmula apresentada na Equação 6:

$$\frac{56,01 * f * (B-A)}{P} = IS$$

Equação 6

Onde:

A = volume gasto na titulação da amostra;

B = volume gasto na titulação do branco;

f = fator de correção da solução de HCL 0,5 M;

P = número de g da amostra.

4.4.3.3 Índice de peróxidos

Metodologia oficial Instituto Adolfo Lutz (2008) 326-IV

Como resultado inicial da rancificação de óleos e gorduras, tem-se o aparecimento dos peróxidos que possuem ação fortemente oxidante. A determinação da quantidade de peróxidos é expressa em moles por 1000 g de amostra e inclui todas as substâncias que oxidam o iodeto de potássio. Essas substâncias são consideradas como peróxidos ou produtos similares provenientes da oxidação de gorduras. Para o cálculo, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$\text{Índice de peróxido, } \frac{\text{meq}}{1000\text{g}} \text{ de amostra} = \frac{(A - B) * N * f * 1000}{P}$$

Equação 7

Onde:

A = volume em mL da solução titulante gasta para a amostra;

B = volume em mL da solução titulante para o branco;

N = normalidade da solução titulante;

P = peso da amostra;

f = fator de correção da solução de tiosulfato de sódio 0,1 N.

4.4.3.4 Perfil graxo

Metodologia oficial Instituto Adolfo Lutz (2008) 344-IV

O perfil graxo do óleo da amêndoa da Macaúba foi determinado por cromatografia gasosa dos ésteres metílicos, os quais foram separados, identificados e quantificados. Para o cálculo final, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Porcentagem do éter metílico (m/m)} = \frac{A_{Agi}}{\sum A} * 100$$

Equação 8

Onde:

A_{Agi} = área do pico correspondente ao componente "i";

ΣA = soma das áreas de todos os picos.

4.4.3.5 Umidade

A umidade do óleo foi determinada através de um titulador Karl Fischer modelo Tritoline KF da marca Schott. O princípio deste método é a titulação de um reagente convencional Karl Fischer (solução de iodo, dióxido de enxofre e imidazol) em um solvente metanol anidro P.A. em presença do óleo em análise. O teste foi realizado em triplicata. Os óleos analisados foram pesados em balança analítica com auxílio de seringas para facilitar a injeção do óleo no titulador. Os valores foram expressos em % de umidade.

4.4.4 *Caracterização físico-química da torta da amêndoa*

Conforme descrito, a torta da amêndoa da Macaúba pode ser utilizada para produção de farinhas para alimentação humana e farelo para alimentação animal, devido ao seu elevado valor nutricional, dando destaque à alta quantidade de proteínas.

As análises de umidade, proteínas, lipídios, cinzas, carboidratos, fibras e valor calórico total (VCT) foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia do CETEC SENAI (ANEXO 4). A acidez e a análise de estabilidade foram realizadas no Laboratório da Macaúba do Departamento de Engenharia Química da UFMG. A análise microbiológica foi realizada em dois laboratórios: o Laboratório de Biotecnologia do SENAI - CETEC e o Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de São João Del Rey, no campus de Divinópolis (ANEXO 4 e 5).

4.4.4.1 Determinação de umidade

Metodologia Oficial Instituto Adolfo Lutz 012/IV

A determinação da umidade da torta foi feita através da perda por dessecação com secagem direta em estufa a 105°C até massa constante. Para o cálculo, utilizou-se a Equação 9.

$$\text{Umidade ou substâncias voláteis a } 105^{\circ}\text{C por cento} = \frac{m}{m} = \frac{100 \times N}{P}$$

Equação 9

Onde:

N = número de gramas de umidade (perda de massa em gramas);

P = número de gramas da amostra.

4.4.4.2 Determinação de proteína bruta

Metodologia Oficial Instituto Adolfo Lutz 037/IV

Para análise da proteína utilizou-se o método Kjeldahl modificado, no qual é obtido o teor de proteína presente no alimento através da quantificação do nitrogênio orgânico e sua conversão em proteína através da multiplicação pelo fator 6,25 ou outro fator específico tabelado para o alimento. Conseqüentemente, julga-se mais correto denominar esse teor de proteína como proteína bruta, uma vez que outros compostos orgânicos nitrogenados presentes na amostra também são quantificados. O cálculo é feito por meio da Equação 10.

$$\text{Proteínas por cento (m/m)} = \frac{v \times 0,14 \times f}{P}$$

Equação 10

Onde:

V = volume de ácido sulfúrico 0,05 M gasto na titulação;

P = número de gramas da amostra;

f = fator de conversão (5,18 para amêndoas).

4.4.4.3 Determinação de lipídios (extrato etéreo)

Metodologia Oficial AOCS Bc 3-49

Para a determinação dos lipídios, utilizou-se o método da extração direta em Soxhlet. Através desse método, em que se utiliza o éter de petróleo como solvente, consegue-se extrair não somente os lipídios, mas também outras substâncias presentes em menor quantidade como ácidos graxos livres, ésteres de ácidos graxos, lecitinas, ceras, carotenoides, clorofilas e outros pigmentos, além dos esteróis, fosfatídeos, vitaminas A e D e óleos essenciais etc. Essas substâncias no

entanto, não exercem influência significativa nessa determinação. Para o cálculo, utilizou-se a Equação 11:

$$\text{Lipídios por cento, } \frac{m}{m} = \frac{\text{massa do óleo (g)}}{\text{massa da amostra (g)}} * 100$$

Equação 11

4.4.4.4 Determinação de fibra bruta

Metodologia Oficial Instituto Adolfo Lutz 044/IV

A determinação da fibra bruta se dá por um método enzimático-gravimétrico em que o alimento passa por um tratamento com diversas enzimas fisiológicas, simulando as condições do intestino humano, permitindo separar e quantificar gravimetricamente o conteúdo total da fração fibra e/ou as frações solúveis e insolúveis.

Para se obter o valor de fibra bruta utiliza-se o seguinte cálculo:

$$\text{Fibra bruta por cento, } \frac{m}{m} = \frac{100 \times N}{P}$$

Equação 12

Onde:

N = nº de grama de fibra;

P = nº de grama de amostra.

4.4.4.5 Determinação do teor de cinzas

Metodologia Oficial Instituto Adolfo Lutz 018/IV

Ao resíduo obtido por aquecimento de um produto em temperatura próxima a 550 a 570°C dá-se o nome de resíduo por incineração ou cinzas. Durante esse aquecimento alguns sais podem sofrer redução ou volatilização durante o aquecimento, sendo assim, o resíduo final nem sempre representa toda a substância inorgânica presente na amostra.

O resíduo por incineração ou cinzas foi determinado através do seguinte cálculo:

$$\text{Cinzas por cento (m/m)} = \frac{100 * N}{P}$$

Equação 13

Onde:

N = número de gramas de cinzas;

P = número de gramas da amostra.

4.4.4.6 Determinação da fração glicídica ou carboidratos

Método AOAC (1995)

O método utilizado é aquele que usa o cálculo por diferença, no qual se considera a matéria integral e o resultado é expresso em g.100g^{-1} na base úmida, de acordo com o método da AOAC (1995). A seguinte equação foi utilizada:

$$\text{FG} = 100 - (\text{U} + \text{EE} + \text{PB} + \text{FB} + \text{C})$$

Equação 14

Onde:

FG = fração glicídica (g.100g^{-1});

U = umidade (g.100g^{-1});

EE = extrato etéreo (g.100g^{-1});

PB = proteína bruta (g.100g^{-1});

FB = fibra bruta (g.100g^{-1});

C = cinzas (g.100g^{-1}).

4.4.4.7 Determinação do valor calórico total

O valor calórico total é calculado levando-se em consideração a composição da torta da amêndoa da macaúba, utilizando os fatores de conversão de Atwater: 4kcal.g^{-1} (proteínas), 4 kcal.g^{-1} (carboidratos) e 9 kcal.g^{-1} (lipídios), conforme Osborne e Voogt (1978).

4.4.4.8 Determinação de acidez álcool-solúvel

Metodologia Oficial Instituto Adolfo Lutz (2008) 415-IV

Específico para farinhas, esse método utiliza o álcool para diluição da matéria-prima. O cálculo para se obter a acidez da farinha em porcentagem v/m é o seguinte:

$$\text{Acidez em \% (v/m)} = \frac{(v-v') * f * 100}{P * c}$$

Equação 15

Onde:

v = número de mL solução de NaOH gasto na titulação da amostra;

v' = número de mL solução de NaOH gasto na titulação do branco;

f = fator da solução de NaOH 0,1N ou 0,01N;

P = peso da amostra em gramas usado na titulação;

c = fator de correção (10 para solução de NaOH 0,1N e 100 para solução de NaOH 0,01N).

4.4.4.9 Determinação da estabilidade da torta da amêndoa da Macaúba

A estabilidade da torta da amêndoa foi testada nos intervalos de 0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias em três diferentes condições: 25°C (conservado à temperatura ambiente), entre 0°C e 7°C (conservada no refrigerador) e -18°C (conservada em freezer). Determinou-se a acidez e as características sensoriais com o objetivo de monitorar o desenvolvimento da oxidação na matéria-prima.

4.4.4.10 Avaliação microbiológica

A torta da amêndoa da Macaúba utilizada na elaboração dos “cookies” foi submetida à análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes (fecais), *Escherichia coli*, *Salmonella* sp, bolores e leveduras e *Bacillus cereus* para a determinação de sua qualidade higiênico sanitária.

4.5 Desenvolvimento e avaliação sensorial da torta residual da amêndoa da Macaúba em biscoitos tipo “cookies”

A farinha da amêndoa da Macaúba possui características sensoriais para o uso potencial em alimentos, estando associada com aroma e sabor de coco. Com o objetivo de propor um produto destinado ao consumo humano, foram desenvolvidas fórmulas de biscoito do tipo *cookie* à base dessa torta.

A fórmula original do biscoito foi alterada pela substituição parcial da farinha de trigo pela torta da amêndoa baseando-se em produtos semelhantes descritos na literatura, nos quais foi feita a substituição parcial ou total da farinha de trigo por farinhas de frutas e legumes diversos. Na Tabela 6, são apresentadas as três formulações dos biscoitos tipo *cookie*.

Tabela 6 - Formulações dos biscoitos tipo *cookie*

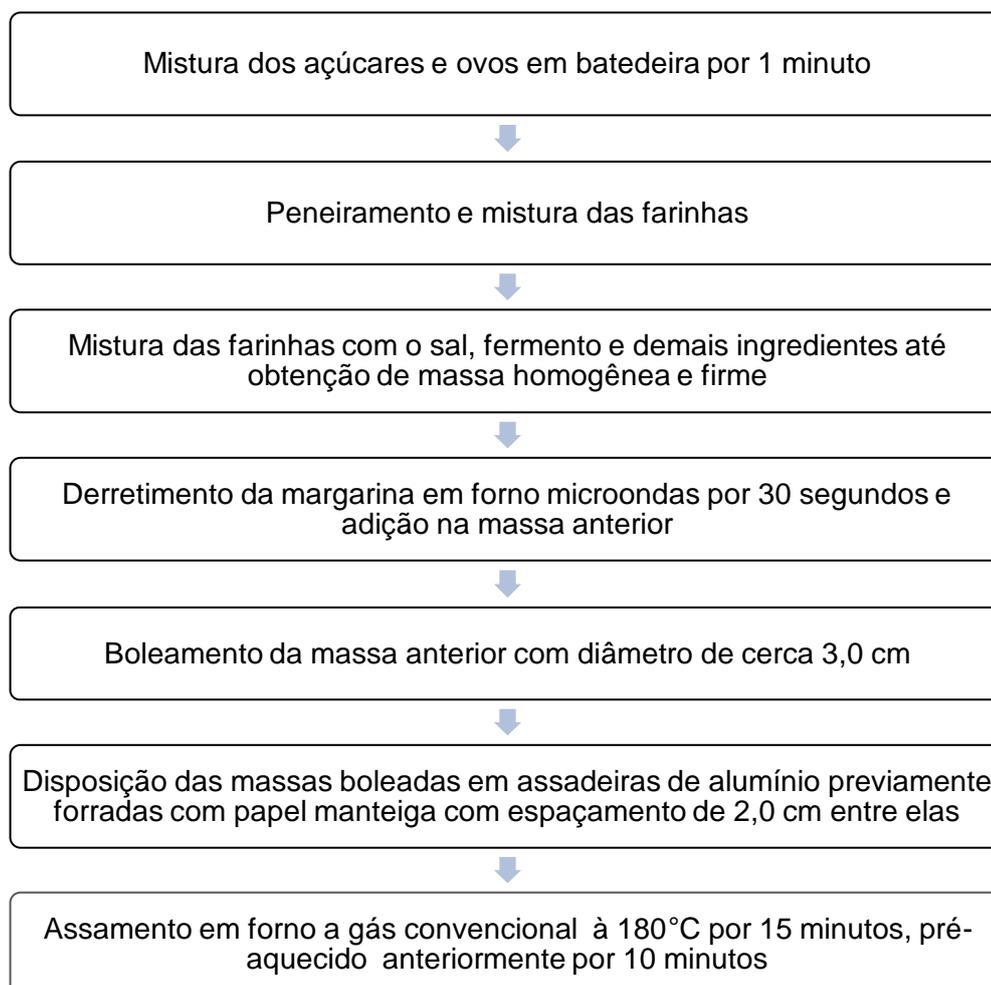
0% de Farinha da amêndoa	30% de Farinha da amêndoa	60% de Farinha da amêndoa
<ul style="list-style-type: none">• 100% FT• 44% AB• 36% AM• 22% O• 1,6% S• 8,8% F• 12% M	<ul style="list-style-type: none">• 70% FT• 30% FA• 44% AB• 36% AM• 22% O• 1,6% S• 8,8% F• 12% M	<ul style="list-style-type: none">• 40% FT• 60% FA• 44% AB• 36% AM• 22% O• 1,6% S• 8,8% F• 12% M

Ingredientes utilizados: farinha de trigo (FT); farinha da amêndoa (FA), açúcar mascavo (AM); açúcar branco (AB); ovo (O); margarina (M); sal (S); fermento (F).

Os ingredientes utilizados nessa pesquisa foram obtidos no comércio local, sendo: (i) farinha de trigo branca, da marca Vilma; (ii) açúcar refinado, marca União;(iii) açúcar mascavo, marca Mais Vita Yoki; (iv) ovos; (v) sal; (vi) fermento em pó, marca Royal e (vii) margarina light, marca Doriana.

O procedimento utilizado para o preparo do biscoito incluiu as seguintes etapas: (i) primeiramente bateu-se na batedeira caseira (marca WALITA) pelo período de 1 minuto os açúcares e os ovos; (ii) em separado as farinhas foram peneiradas e depois, misturadas entre si; (iii) efetuou-se a mistura das farinhas com o sal, o fermento e demais ingredientes até a obtenção de uma massa homogênea e firme; (iv) derreteu-se a margarina em forno micro-ondas por 30 segundos, adicionando-a à massa; (v) utilizando-se uma colher própria para bolear, a massa homogênea foi moldada na forma de uma bola com diâmetro de cerca de 3,0 cm; (vi) as bolas da massa foram colocadas em assadeira de alumínio previamente forrada com papel manteiga, com espaçamento de 2 cm entre elas; (vii) os biscoitos tipo *cookies* foram levados para assar em forno a gás convencional a 180°C por 15 minutos, pré-aquecido anteriormente por 10 minutos. Na Figura 18, é apresentado um fluxograma com as etapas do processamento dos biscoitos tipo *cookie*.

Figura 18 - Fluxograma do processamento dos biscoitos tipo *cookie*



4.5.1 Composição centesimal do biscoito tipo “cookie”

A determinação da composição centesimal do “cookie” foi realizada no laboratório do SENAI - CETEC que realizou os testes seguindo metodologias padrões do Instituto Adolfo Lutz (2008) de umidade a 105°C, pelo método 12; resíduos minerais fixos, pelo método 18; proteínas totais, método 37; lipídios (extrato etéreo), método 32; fibras, método 44. A análise de carboidratos e o valor calórico do biscoito foram realizados seguindo os padrões da Tabela TACO (2011) (ANEXO 6).

4.5.2 Grupo humano

Previamente à realização dos testes de análise sensorial, este trabalho de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Pró-Reitoria de Pesquisa da UFMG, com parecer nº 434.359 (APÊNDICE B). Cada provador assinou um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, concordando em participar da pesquisa (ANEXO 3).

Foram recrutados grupos de provadores não treinados que fossem consumidores habituais de biscoitos tipo *cookies* e que não tivessem aversão a produtos a base de coco, sendo estes considerados os critérios de inclusão. O convite à comunidade da Universidade Federal de Minas Gerais foi feito através de cartazes, apresentados no APÊNDICE A.

Ressalta-se que indivíduos com restrição ao consumo de sacarose, como diabéticos e hipoglicêmicos, e/ou intolerância ao glúten, fumantes, pessoas em uso de medicamentos que alterem o paladar ou que estivessem com alguma doença do trato respiratório como gripes, resfriados e alergias foram excluídos da pesquisa, sendo estes os critérios de exclusão. Para identificação de tais casos e caracterização da amostra, foi entregue um questionário sociodemográfico (ANEXO 1) que incluiu coleta de dados de faixa etária, sexo, escolaridade, ocupação e um questionário sobre hábitos de consumo de biscoito tipo *cookies* e de observação de embalagens e rótulos de alimentos (ANEXO 2) (MEILGAARD *et al.*, 2007).

4.5.3 Análise sensorial: teste de aceitação e intenção de compra

Avaliou-se a aceitação dos biscoitos tipo *cookies* produzidos com a torta da amêndoa da Macaúba em relação às características aparência, sabor, textura, aroma e impressão global, usando-se escala hedônica não estruturada medindo dez centímetros, em que as extremidades variavam de “desgostei extremamente” a “gostei extremamente”. Para analisar a nota atribuída às amostras pelo consumidor, considerou-se uma casa decimal nas notas e nove pontos na reta que correspondiam aos termos hedônicos, conforme descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Distribuição das notas no teste de aceitação

Notas atribuídas	Correspondência	Termo hedônico
0 a 1,0	1	Desgostei muitíssimo
1,1 a 2,0	2	Desgostei muito
2,1 a 3,0	3	Desgostei moderadamente
3,1 a 4,0	4	Desgostei ligeiramente
4,1 – 4,9	5	Nem gostei e nem desgostei
5,0 a 5,9	6	Gostei ligeiramente
6,0 a 6,9	7	Gostei moderadamente
7,0 a 7,9	8	Gostei muito
8,0 a 9,0	9	Gostei muitíssimo

Para o teste da intenção de compra, usou-se uma escala de atitude em que as extremidades variavam de “certamente não compraria” a “certamente compraria”.

Os testes de análise sensorial dos produtos desenvolvidos foram feitos no LASEC – Laboratório de Análise Sensorial e Estudos do Consumidor pertencente ao Departamento de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG. O teste contou com a participação de 120 provadores não treinados que, aleatoriamente, responderam ao convite divulgado na Comunidade da UFMG, incluindo alunos, professores e funcionários, de ambos os sexos com idade entre 18 e 45 anos. As cabines de testes são individuais e foram iluminadas com luz branca para não interferir no julgamento da aparência do produto.

No procedimento foram servidas monadicamente aos provadores três amostras dos biscoitos (A, B, C) à temperatura ambiente, sendo adequadamente

identificadas por códigos aleatórios de três dígitos. Adicionalmente, os provadores receberam um biscoito de água para neutralizar o paladar anteriormente a cada prova e, um copo de água à temperatura ambiente para enxaguar a boca após cada avaliação, de forma a evitar que resíduos gustativos entre amostras interferissem na avaliação. No ANEXO 2, verifica-se um exemplar da ficha de avaliação entregue aos provadores.

Para análise estatística, foi utilizada a análise de variância (ANOVA) com base nos resultados dos testes aplicados. Seguiu-se com Testes de Comparação de Médias de Tukey a um nível de 95% de confiança.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos estudos realizados de acordo com a Metodologia descrita no item 4 são discutidos e analisados a seguir.

5.1 Caracterização físico-química da amêndoa da Macaúba

Na Tabela 8, são apresentados os resultados das análises físico-químicas da amêndoa da macaúba.

Tabela 8 - Teores de umidade, óleo e acidez da amêndoa da Macaúba

PARÂMETROS	LOTE1 (%)	LOTE 2 (%)
Umidade (b.s)*	6,94%±0,25	11,29% ± 2,64
Teor de óleo (b.s)*	57,41%±0,83	39,58% ± 2,43
Acidez	1,31%±0,50	1,74% ± 0,63

*b.s: base seca

Fonte: dados da pesquisa

5.1.1 Matéria volátil e umidade

A umidade média encontrada para amêndoas *in natura* do lote 1 (2011-2012) foi de 6,94% ± 0,25, sendo que essas Macaúbas foram colhidas nos meses de janeiro a abril de 2012. As amêndoas do lote 2 (2012-2013) apresentaram teor de umidade médio de 11,29% ± 2,64 (m/m), sendo os testes feitos no período de janeiro a maio de 2013 (Tabela 8). Pimenta *et al.* (2010) encontraram valores mais altos de umidade para amêndoa, 21,9% (m/m). Dessimoni-Pinto *et al.* (2010) encontraram valores de 12,08 ± 0,36 (m/m). Deve-se levar em consideração que uma das etapas do processo de separação da amêndoa do endocarpo neste trabalho foi a secagem da castanha em estufa a 60°C por 24 horas para facilitar a quebra do endocarpo no britador e a separação do endocarpo e da amêndoa. Esse procedimento pode ter afetado a umidade da amêndoa. Destaca-se também que as diferenças nos valores de umidade relatados por diferentes autores são esperadas e justificadas em função da variabilidade dos frutos de Macaúba encontrados na natureza, resultante de variações da temperatura e da quantidade mensal de chuva na região produtora, as

quais influenciam na estrutura do fruto, bem como do tempo decorrido entre a coleta e a realização da análise.

5.1.2 Teor de óleo

No presente trabalho, o valor do teor de óleo em base seca encontrado nas amêndoas coletadas no primeiro semestre de 2012, lote 1, foi diferente do valor encontrado para aquelas coletadas no primeiro semestre de 2013, lote 2, a saber: $57,41\% \pm 0,83$ e $39,58\% \pm 2,43$, respectivamente (Tabela 8).

Na literatura, o teor de óleo na amêndoa encontrado por Desimoni-Pinto *et al.* (2010) foi de $29,73\% \pm 0,37$, ao passo que os valores encontrados por Rettore & Martins (1983) e por Hiane *et al.* (2005) foram $56,27\%$ e $52,09\%$, respectivamente.

Observa-se que há uma proximidade dos resultados obtidos para as amêndoas do lote 1 com os encontrados por Rettore & Martins (1983) e Hiane *et al.* (2005). Por outro lado, o teor de óleo das amêndoas do lote 2 foi inferior ao resultado do lote 1, porém superior ao encontrado por Desimoni-Pinto *et al.* (2010). Além da variabilidade existente nas palmeiras de coleta e dos frutos, a diferença pode estar relacionada às condições da safra de cada ano, sendo que a ausência ou o excesso de chuva, a absorção de nutrientes do solo, o manejo das palmeiras, a região de cultivo, entre outros fatores, exercem influência direta no desenvolvimento dos frutos e, por consequência, em sua composição.

5.1.3 Acidez total titulável

A média da acidez total titulável encontrada para as amêndoas do lote 1 foi de $1,31\% \pm 0,50$ (v/m) e para o lote 2 de $1,74\% \pm 0,63$ (v/m) (Tabela 8). A diferença da acidez do lote 1 para o lote 2 pode ser explicada pelo tempo em que as amêndoas do lote 2 ficaram armazenadas em silos aerados antes de serem processadas, levando a uma pequena elevação da acidez neste período. Ainda sim, esses resultados são bem inferiores ao encontrado por Desimoni-Pinto *et al.* (2010), $5,21\% \pm 0,48$ (v/m). Espera-se encontrar um valor baixo de acidez para as amêndoas da Macaúba, uma vez que as mesmas se mantêm bem conservadas pelo endocarpo. Devido ao seu perfil graxo: o componente presente em maior percentual no óleo é o

ácido láurico, um lipídio de cadeia média, saturado e mais estável à oxidação não-enzimática.

5.1.4 Redução de partículas, peneiramento e rendimento da extração de óleo por prensa do tipo expeller

No lote 1 foram testadas três diferentes granulometrias para a prensagem da amêndoa: partículas finas (< 1,6mm); partículas médias (> 1,6 e < 2,0mm); e partículas maiores (> 2,0mm), as quais incluem as amêndoas não cominuídas, que se encontravam na forma inteira ou quebradas, em função do processo de separação endocarpo/amêndoa efetuado em britador.

O valor médio encontrado para o teor de umidade no óleo foi de 0,1% e para o teor de óleo presente na amêndoa de 57,41% ± 0,83. Os resultados do rendimento estão expressos na Tabela 9.

Tabela 9 - Resultado do rendimento da extração

Rendimento do óleo			
Faixas Granulométricas (mm)	Massa Amêndoa (kg)	Massa Óleo (kg)	Rendimento
< 1,6	2,19	1,04	82,64%
> 1,6 e < 2,0	1,76	0,76	75,14%
> 2,0	2,08	0,97	81,15%

Fonte: dados da pesquisa.

A diferença na granulometria não resultou em aumento expressivo do rendimento da extração para a prensa contínua, sendo que a média geral do rendimento encontra-se dentro da faixa especificada no manual do fornecedor da prensa. Dessa maneira, sugere-se o uso da amêndoa não cominuída, em grande parte quebrada em função do processo de separação endocarpo/amêndoa (partículas maiores que 2,0 mm). A eliminação da etapa de cominuição da amêndoa acarretará em menor gasto energético e melhor aproveitamento do tempo de trabalho, diminuindo o custo da produção. Ainda, haverá uma maior preservação da amêndoa que, ao ser conservada inteira, impedirá a ação de enzimas que causam a oxidação, evitando o aumento da acidez no óleo.

É importante relatar que houve uma grande dificuldade de adequar a prensa tipo *expeller* atual ao processamento da amêndoa, observando um grande desgaste da mesma para conseguir extrair o óleo. A elevação da temperatura durante o processamento (temperatura máxima do óleo registrada foi de 70°C) causou diversas vezes a caramelização da torta no eixo, provocando alteração da sua cor, do seu odor e da sua textura. As prensas atualmente encontradas no mercado são inadequadas ao processamento da amêndoa da Macaúba.

5.2 Estudo das Características Físico-Químicas do Óleo da Amêndoa

Na Tabela 10, são apresentados os resultados das análises físico-químicas do óleo da amêndoa da Macaúba.

Tabela 10 – Parâmetros de qualidade do óleo da amêndoa da Macaúba

PARÂMETROS	LOTE1	LOTE 2
Índice de Acidez	1,09 ± 0,01 mg KOH/g	1,56 ± 0,21 mg KOH/g
Índice de Saponificação	259,3	259,3
Índice de Peróxidos	0,0	0,0
Umidade	0,1%	0,1%

Fonte: dados da pesquisa

5.2.1 Índice de acidez

O índice de acidez esperado para o óleo da amêndoa é baixo, principalmente porque o ácido graxo predominante em sua composição é o ácido láurico, ácido de cadeia média, saturado e mais estável à oxidação não-enzimática. No presente trabalho, o valor encontrado para acidez no lote 1 foi de 1,09 ± 0,01mg KOH/g e para o lote 2 o valor foi de 1,56 ± 0,21mg KOH/g (Tabela 10). Observa-se uma pequena diferença entre o lote 1 e o lote 2 que pode ser justificada pela maneira em que as amêndoas de ambos os lotes foram armazenadas até serem processadas. No lote 1, os frutos da macaúba foram processados logo após a colheita e suas amêndoas armazenadas em freezer, sob congelamento, até se fazerem os testes. No lote 2, os

frutos foram conservados em silos aerados por quatro meses até serem processados, o que permitiu um leve aumento da acidez.

Quando comparados a outros trabalhos da literatura, esses valores encontram-se bem abaixo. Gontijo *et al.* (2008) relataram um valor de 2,89 mg KOH/g de amostra, estando este valor dentro do que se exige pela legislação. Amaral (2007) e Faria (2010), observaram valores de 12,8 e 12,1 mg KOH/g, respectivamente. Nesses trabalhos, concluiu-se que havia uma avançada deterioração de seus óleos, devido ao alto valor de acidez. Para o trabalho de Amaral (2007) observou-se ainda um alto índice de peróxido, 15,57 meq KOH g⁻¹, confirmando a má qualidade desse óleo. O valor estabelecido pela RDC 270, estabelece que para óleos não-refinados e prensados a frio a acidez não deve ultrapassar o valor de 4,0 mg KOH/g (BRASIL, 2005).

5.2.2 Índice de saponificação

Conforme resultados apresentados na Tabela 10, o valor médio do índice de saponificação encontrado pelo presente trabalho para ambos os lotes foi de 259,3. Outros autores encontraram valores de mesma magnitude para o óleo da amêndoa da Macaúba. Faria (2010) relatou um valor de 241 e Rettore & Martins (1983), 221. Destaca-se que o óleo da amêndoa da Macaúba é passível de comparação com os óleos de coco de babaçu, coco verde e palmiste, os quais também contêm em suas composições maior concentração de ácido graxo láurico, podendo chegar a mais de 50% de seu total de ácidos graxos. Assim, conforme legislação estabelecida pela Resolução RDC 270 de 2005, a especificação do índice de saponificação situa-se na faixa de 245-256 para óleos de coco de babaçu; de 248-265 para óleos do coco verde (*Cocos nucifera*), de 230-254 para óleos de palmiste, obtidos da amêndoa do fruto da palmeira *Elaeis guineenses*. A legislação específica para o óleo de Macaúba é ainda inexistente, mas pela comparação com os similares é provável que o óleo deste trabalho possa estar adequado com o que venha a ser estabelecido.

5.2.3 Índice de peróxidos

Vários ensaios foram realizados, mas os valores dos índices de peróxidos nos óleos da amêndoa do presente trabalho sempre resultaram no valor zero. Esse resultado indica que apesar do valor leve de acidez, esses óleos encontram-se em perfeito estado de conservação, não tendo desenvolvido processo de rancificação. Constata-se que não houve quebra na cadeia dos ácidos graxos livres (Tabela 10). Amaral (2007) encontrou valor bem elevado para o índice de peróxidos de suas amêndoas, igual a $15,57 \text{ meq kg}^{-1}$, indicando um estágio avançado de deterioração das amêndoas.

Destaca-se que no lote 1, cujas amêndoas foram conservadas por armazenamento em freezer, não foi apresentada nenhuma alteração em sua qualidade por um período de 4 meses. Por outro lado, as amêndoas do lote 2, fornecidas por Viçosa, foram conservadas dentro do seu fruto inteiro e mantidas em silos com circulação de ar durante 4 meses, apresentaram, também, excelente resultado de conservação. Uma vez que a polpa não se conserva (resultado da observação visual e experimental conhecida da literatura e do grupo de pesquisa), a conclusão é a de que o endocarpo é um agente protetor das amêndoas, que impede sua deterioração, por até 4 meses de armazenamento em silos arejados.

5.2.4 Umidade

Para essa característica, o presente trabalho encontrou para ambas os lotes um valor de 0,1%, condizendo com outros valores encontrados na literatura para óleo de amêndoa de Macaúba (Tabela 10). Gontijo *et al.* (2008) encontraram 0,12%, bem próximo ao valor encontrado neste trabalho. Faria (2010) encontrou um valor mais alto, de 0,47%. Amaral (2007) encontrou um valor de 0,275%, porém suas amêndoas apresentaram resultados que indicavam algum tipo de contaminação, inclusive demonstrando valores elevados para os índices de acidez e de peróxidos.

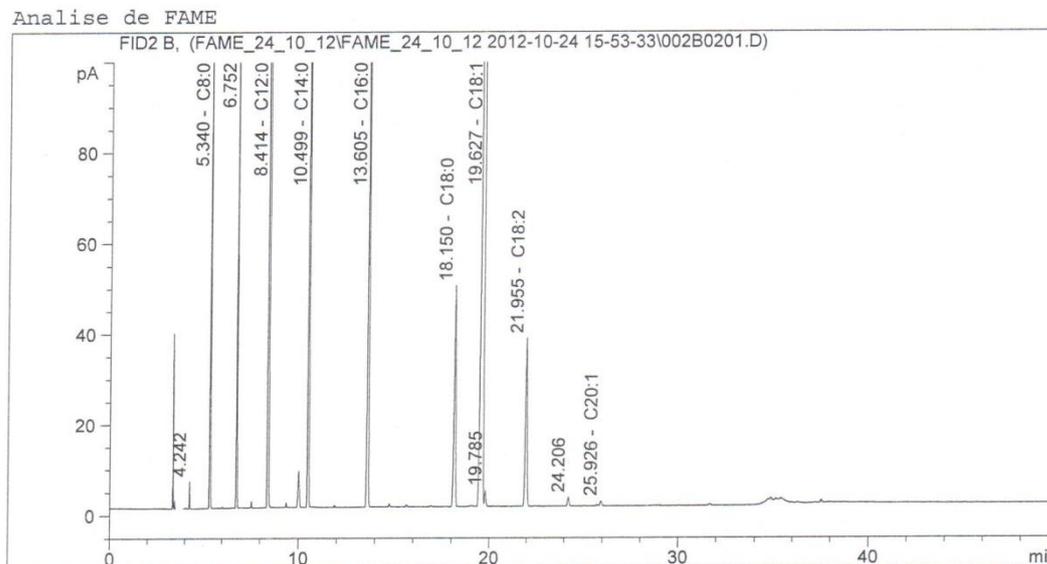
5.2.5 Perfil graxo

O perfil graxo foi analisado apenas no óleo do lote 1 e o gráfico com o perfil graxo encontrado pode ser observado na Figura 19.

Conforme apresentado na Tabela 11, os resultados deste trabalho são concordantes com os trabalhos de Pimenta *et al.* (2010), Duarte *et al.*(2010) e de Amaral *et al.*(2011). Os resultados comprovam a predominância do ácido láurico (C12:0), seguida pela presença do ácido oleico (C18:1) no óleo da amêndoa da Macaúba.

A presença do ácido láurico é verificada em óleos de coco, que também costumam apresentar outros ácidos graxos de baixo peso molecular como C14:0, C10:0 e C8:0. Esta característica é interessante, pois acarreta numa grande estabilidade oxidativa ao óleo da amêndoa da Macaúba, sendo interessante para diversos seguimentos como o de cosméticos, da oleoquímica e da indústria de alimentos (DUARTE *et al.*, 2010).

Figura 19 – Gráfico do perfil graxo do óleo das amêndoas do lote 1



Fonte: acervo pessoal

Tabela 11 - Perfil graxo do óleo da amêndoa da Macaúba do lote 1

Ácidos Graxos	Lote 1	PIMENTA <i>et al</i> (2010)	DUARTE <i>et al</i> (2010)	AMARAL <i>et al</i> (2011)
Caprílico (C8:0)	4,94	4,15	4,06	5,22
Cáprico (C10:0)	4,12	4,22	3,67	4,56
Láurico (C12:0)	37,35	41,42	37,78	44,14
Mirístico (C14:0)	9,94	7,98	9,72	8,45
Palmítico (C16:0)	7,97	5,98	7,92	6,57
Palmitoleico (C16:1)	0,00	-	0,05	-
Esteárico (C18:0)	3,91	3,38	3,34	2,11
Oléico (C18:1)	27,88	29,22	28,50	25,76
Linoléico (C18:2)	3,22	3,43	4,40	3,19
Araquídico (C20:0)	0,00	0,14	0,15	-
Linolênico (C18:3)	0,00	ND	0,00	-
Gadoléico (C20:1)	0,09	-	0,12	-
Behênico (C22:0)	0,00	-	0,01	-
Lignocérico (C24:0)	0,00	-	0,04	-

5.3 Estudo das Características da Farinha da Amêndoa

A denominação torta da amêndoa da Macaúba utilizada durante o trabalho refere-se ao coproduto derivado da extração do óleo da amêndoa da Macaúba. Desse item em diante, com o objetivo de se aproveitar essa torta para alimentação humana, passa-se a denominar a torta da amêndoa como farinha da amêndoa.

O estudo das características da farinha da amêndoa da Macaúba foram realizados no lote 2, pois o lote 1 não forneceu quantidade suficiente de amostra de farinha para conseguirmos realizar uma comparação, principalmente devido ao problema de adaptação da prensa utilizada para se extrair o óleo, em que a farinha obtida caramelizou e teve suas características sensoriais danificadas.

Prevendo uma possível repetição do problema ocorrido no lote 1, as amêndoas do lote 2 foram processadas na prensa tipo *expeller* em apenas 1 estágio, afim de se evitar perda da matéria-prima necessária para a confecção dos biscoitos tipo *cookie*. Devida à baixa extração do óleo na farinha, verifica-se que na composição centesimal haverá um valor fora do esperado para lipídios e proteínas, pois a farinha nesses aspectos manteve valores próximos aos encontrados para a

amêndoa *in natura*, sendo válida uma comparação paralela entre a farinha e a amêndoa *in natura* nesses parâmetros.

5.3.1 Composição centesimal da farinha da amêndoa

As análises de composição centesimal foram realizadas pelo Laboratório de Biotecnologia do SENAI –CETEC (Anexo 1). Os resultados seguem resumidos na Tabela 12.

Tabela 12 - Composição centesimal da farinha da amêndoa em base úmida

PARÂMETROS / UNIDADES	FARINHA DA AMÊNDOA
Umidade a 105°C; g/100g	6,32
Lipídios; g/100g	47,35
Proteínas; g/100g	17,73
Teor de cinzas; g/100g	2,71
Carboidratos, g/100g	25,89
Fibras, g/100g	41,48
Valor Calórico Total; kcal/100g	600,63

Fonte: dados da pesquisa

O valor de umidade da farinha da amêndoa deste trabalho, igual a 6,32% em base úmida, situa-se dentro da especificação estabelecida pela Legislação Brasileira para farinhas, menor que 15% (BRASIL, 2005). O resultado deste trabalho está próximo ao encontrado por Belén-Camacho *et al.* (2005), umidade igual a 5,20%.

O valor de lipídios encontrado na farinha da amêndoa foi bem acima do esperado, sendo este de 47,35%. O teor de lipídios na farinha da amêndoa tem relação direta com o método de extração do óleo do fruto, sendo que quanto mais eficiente a extração, menor a concentração de óleo na farinha. No presente trabalho, em função da elevada demanda da matéria-prima, a extração com o objetivo de gerar a farinha para a produção de biscoitos tipo *cookie* foi conduzida em condições amenas de pressão e por apenas uma passagem na extratora. Conforme explicado, esse procedimento foi adotado com o objetivo de evitar a caramelização da farinha no eixo da prensa através da elevação da temperatura no momento da prensagem, assim como ocorrido no processamento da amêndoa no lote 1. Dessa maneira,

mantiveram-se conservadas as características sensoriais da farinha que seria utilizada para o desenvolvimento do biscoito tipo *cookie*. O resultado foi a obtenção de uma farinha com elevada concentração de óleo. Em processamentos com o objetivo de produção de óleo, o procedimento de extração por prensagem se repete por mais dois ou três estágios, até que se obtenha uma farinha com menor teor de óleo, inferior a 10%. Pereira e outros (2009) observaram um teor de lipídio de 9,64%, 12,71% e 9,33% para três diferentes amostras da farinha da amêndoa, obtidas por prensagem mecânica.

A consequência do valor elevado de óleo na farinha é a necessidade de maior controle em relação à estabilidade da mesma, bem como eleva seu valor calórico, como pode ser constatado pelo valor deste trabalho, igual a 600,63 kcal. Outra consequência foi sobre o valor do teor de proteína encontrado na farinha da amêndoa deste trabalho, igual a 17,73% m/m. Pereira e outros (2009) encontraram os valores de 34,78%, 34,96% e 36,08% para três diferentes amostras da farinha de amêndoa. Hiane e outros (2006)^b relataram o valor de 37,95% (b.u) para proteínas. Porém, verifica-se que nos trabalhos citados há uma redução muito maior da concentração de lipídios. Por outro lado, o conteúdo de proteínas em amêndoas *in natura* relatada na literatura tem concordância com o teor de proteínas da farinha da amêndoa do presente trabalho: Hiane e outros (2006)^a encontraram 17,57% de proteína; Dessimoni-Pinto e outros (2010), 12,28%; Belén-Camacho e outros (2005) utilizaram a farinha da amêndoa sem desengordurá-la (53,13% de lipídios) e encontraram um valor de 13,75%. Esses valores demonstram que tanto a farinha quanto a amêndoa em si, são produtos com consideráveis quantidades de proteína, sendo interessante sua aplicação em produtos de alimentação humana e animal.

O teor de cinzas obtido por este trabalho foi de 2,71%. Este valor está próximo aos valores encontrados nos trabalhos de Dessimoni-Pinto *et al.* (2010), 1,93%, Hiane *et al.* (2006)^a, 1,99% e de Belén-Camacho *et al.*(2005), 2,10%. Outros autores encontraram valores mais elevados, tais como Pereira e outros (2009), que encontraram valores de 4,51%, 4,33% e 4,54% para três diferentes amostras e Hiane *et al.* (2006)^b que encontraram o valor de 4,78%. O teor de cinzas mede a quantidade de minerais presentes no alimento. De acordo com trabalho desenvolvido por Silva (2007), os principais minerais da farinha da amêndoa da

Macaúba são o cálcio, o fósforo, o potássio e o sódio. Pereira *et al.* (2009) encontraram ainda quantidades significativas de cobre, ferro, manganês e zinco.

A quantidade de fibras na farinha da amêndoa deste trabalho foi de 41,48g em 100g. Elevada concentração deste componente também é registrada nos trabalhos de Hiane *et al.* (2006)^b, igual a 45,32%, e de Pereira *et al.* (2009), igual a 52,07%, 48,31% e 48,36% para três diferentes amostras de farinha de amêndoa da Macaúba. Pode-se afirmar que o elevado teor de fibras presentes em farinhas da amêndoa da Macaúba torna-a uma matéria-prima bastante interessante para a utilização da mesma em produtos alimentícios, pois se sabe que uma dieta rica em fibras previne doenças coronarianas, diabetes, câncer de cólon, obesidade e constipação (POURCHET-CAMPOS, 1990).

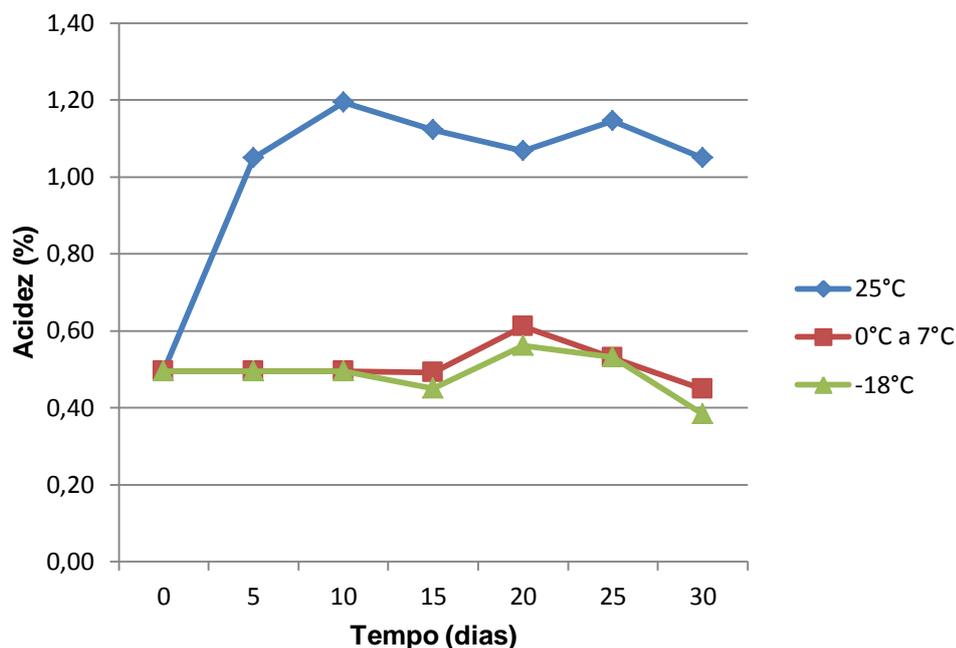
5.3.2 Determinação de acidez

A acidez encontrada foi baixa, 0,45% \pm 0,09 (v/m), demonstrando que, apesar do elevado teor de gordura, a farinha se encontrava bem conservada, sem nenhum sinal de deterioração. Também, verificou-se que aspectos sensoriais como cor, aroma e sabor encontravam-se bem conservados.

5.3.3 Determinação da estabilidade da farinha da amêndoa da macaúba

A estabilidade da farinha foi testada medindo-se o desenvolvimento da acidez por um período de 30 dias, avaliando-se as amostras em intervalos de cinco dias. As amostras foram conservadas em temperatura ambiente (25°C), refrigerador (entre 0°C e 7°C) e freezer (-18°C), e dessa maneira pode-se observar o desenvolvimento da acidez de cada tratamento, conforme Figura 20.

Figura 20 - Desenvolvimento da acidez na farinha da amêndoa da Macaúba



*Farinha da amêndoa de Macaúba conservada em três diferentes temperaturas: ambiente (25°C), refrigerador (0°C a 7°C) e freezer (-18°C).

Fonte: acervo pessoal

Ao analisar o gráfico na Figura 20, verifica-se que a farinha mantida em temperatura ambiente sofre um aumento da acidez durante os cinco primeiros dias, mas se mantém estável ou com variação baixa após esse período por até 30 dias. Nesse caso, a aplicação da análise estatística do teste de Tukey em nível de significância de 5%, indica que os valores encontrados do tempo 5 ao tempo 30 não apresentam diferença significativa, concluindo pela estabilidade nesse período.

De acordo com os resultados apresentados na Figura 20 e na Tabela 13, um comportamento bastante estável foi constatado pela conservação da farinha em refrigerador ou freezer. Os resultados deste trabalho sugerem que a farinha da Macaúba, caso seja comercializada como um novo produto para consumo doméstico ou industrial deve receber a indicação de conservação em ambiente refrigerado.

Tabela 13 - Comparação das médias do desenvolvimento da acidez da farinha da amêndoa da Macaúba

Tempo (dias)	Conservação da farinha da amêndoa		
	25°C	0°C a 7°C	-18°C
0	0,50% ^b	0,50% ^a	0,50% ^a
5	1,05% ^a	0,50% ^a	0,50% ^a
10	1,19% ^a	0,50% ^a	0,50% ^a
15	1,12% ^a	0,49% ^a	0,45% ^{a,c}
20	1,07% ^a	0,61% ^b	0,56% ^a
25	1,15% ^a	0,53% ^b	0,53% ^a
30	1,05% ^a	0,45% ^a	0,38% ^{b,c}

*Médias de crescimento seguidas de letras iguais em coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. DMS temperatura ambiente (Diferença Mínima Significativa) = 0,21; DMS temperatura geladeira (Diferença Mínima Significativa) = 0,09; DMS temperatura freezer (Diferença Mínima Significativa) = 0,12

Fonte: dados da pesquisa.

5.3.4 Análise microbiológica

Foram realizados dois testes microbiológicos na farinha da amêndoa da Macaúba: o primeiro sem aquecer a farinha e o segundo efetuando aquecimento por irradiação através da utilização de um micro-ondas durante 5 minutos, em condição de potência máxima de 1000 W. O objetivo foi verificar a redução de prováveis microrganismos no produto em análise, visto que as condições de processo da indústria Dibio, local onde se realizou a prensagem da amêndoa, não atendiam à legislação para o caso de produção industrial de alimentos.

As análises microbiológicas da farinha sem o aquecimento foram realizadas pelo Laboratório de Microbiologia do SENAI - CETEC em duplicata e seus resultados são apresentados na Tabela 14.

As análises pós-aquecimento por irradiação foram realizadas no laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de São João Del- Rei/ Campus Centro Oeste Dona Lindu e são apresentados na Tabela 15. Ambos os relatórios encontram-se no Anexo 2 deste trabalho.

Para ambos os testes, os resultados apontam que a farinha da amêndoa da Macaúba estava apta para o consumo humano, pois apresentou valores

microbiológicos seguros, em conformidade com o padrão determinado pela Resolução – RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Ainda assim, nota-se que o elevado teor de bolores e leveduras na farinha da amêndoa pode estar relacionado à tendência de contaminação da polpa do fruto da Macaúba por esse tipo de microrganismo, fato observado diversas vezes durante a colheita dos frutos.

Tabela 14 – Análise microbiológica sem aquecimento

Parâmetros / unidades	Amostra de farinha de amêndoa de Macaúba	Padrão ANVISA RDC 12/2001
Coliformes totais; NMP/g	23	ND*
<i>Escherichia coli</i> ; NMP/g	< 3,0	ND*
<i>Salmonella</i> sp em 25 g	Ausência	Ausência
Bolores e leveduras; UFC/g	2,3 x 10 ⁴	ND*
<i>Bacillus cereus</i> ; UFC/g	< 10 ²	3,0 x 10 ³

*ND – não determinado

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 15 - Análise microbiológica com aquecimento

Parâmetros / unidades	Amostra de farinha de amêndoa de Macaúba	Padrão ANVISA RDC 12/2001
Coliformes 45°C; NMP/g	< 3,0	10 ²
Bolores e leveduras; UFC/g	2,0 x 10 ³	ND*

*ND – não determinado

Fonte: dados da pesquisa

5.4 Desenvolvimento do produto e análise sensorial do biscoito tipo *cookie*

Na Tabela 16, conferem-se os resultados da composição centesimal das três formulações de biscoitos tipo *cookie* desenvolvidas, tomando como base uma formulação com farinha de trigo e realizando a substituição de 0%, 30% e 60% da farinha de trigo pela farinha da amêndoa da Macaúba. Doravante essas amostras serão denominadas: **Amostra A** (0%), **Amostra B** (30%) e **Amostra C**(60%).

Tabela 16 - Resultados da composição centesimal das três formulações de biscoitos tipo *cookies*

Parâmetros / unidades	Amostra A (0%)	Amostra B (30%)	Amostra C (60%)
Umidade a 105°C; g/100g	9,51	10,34	7,41
Resíduo Mineral Fixo; g/100g	2,32	2,52	2,97
Proteínas Totais; g/100g	6,72	6,93	10,27
Lipídios (Extrato Etéreo); g/100g	4,88	10,07	13,81
Fibra; g/100g	2,90	4,58	9,28
Carboidratos por diferença; g/100g	76,57	70,14	65,54
Sódio; mg/g	5,28	4,07	4,71
Valor calórico; kcal/100g	377,08	398,91	427,53

Amostra A (0% de farinha de amêndoa), **Amostra B** (30% de farinha de amêndoa) e **Amostra C** (60% de farinha de amêndoa).

Fonte: dados da pesquisa

Quando as três formulações são comparadas, verifica-se a influência da farinha da Macaúba, principalmente no teor de proteínas, fibras, carboidratos, lipídios e conseqüentemente, no valor calórico. Pela análise centesimal da farinha da Macaúba avaliada anteriormente, a elevação no teor de fibras e proteínas era esperada. Também, esperava-se uma elevação do teor de lipídios, pois a farinha não foi totalmente desengordurada, com o objetivo de se manter as características sensoriais da farinha intactas.

Em relação à umidade da matéria-prima, obtiveram-se resultados próximos para as amostras A e B, iguais a 9,51 e 10,34 g/100g, respectivamente. A amostra C apresentou um valor menor, igual a 7,41 g/100g, o que pode ser justificado pela maior quantidade de fibra presente nas amostras com substituição de 60% da farinha de trigo. Relativo ao quantitativo em fibras destacam-se valores próximos ao dobro da quantidade presente na amostra B e ao triplo para a amostra C, quando comparados com a amostra A.

Analogamente, conforme esperado, verificou-se que o aumento gradativo da quantidade de farinha de amêndoa de Macaúba no biscoito cookie resultou em uma elevação proporcional na quantidade de proteína e uma diminuição da quantidade de carboidratos.

Diante do descrito, pode-se considerar que a utilização da farinha da amêndoa da Macaúba em alimentos, do ponto de vista nutricional, traz benefícios para a saúde humana, quando consideramos a elevação de teores de componentes importantes na vida do ser humano como as fibras e as proteínas.

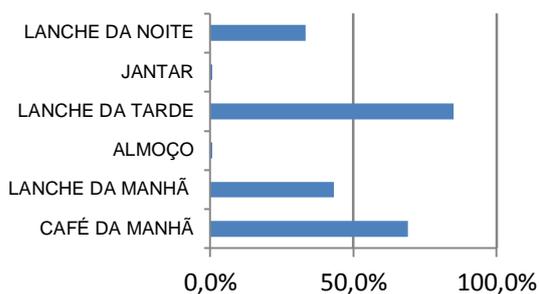
5.4.1 Testes de aceitação e intenção de compra

Tabela 17 - Caracterização sociodemográfica dos consumidores

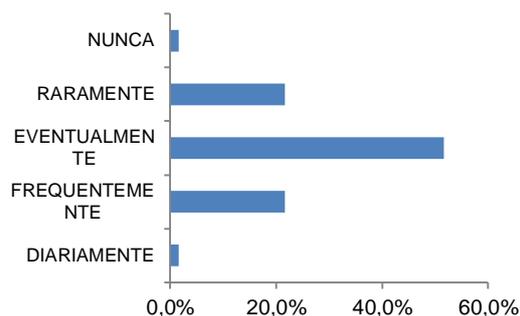
Variáveis demográficas	%
Gênero	
Feminino	73
Masculino	27
Faixa Etária (anos)	
15-25	55,8
26-35	23,3
36-45	7,5
46-55	10
55-65	2,5
> 65	0,8
Escolaridade	
Ensino Fundamental Incompleto	3
Ensino Fundamental Completo	1,6
Ensino Médio Incompleto	0,8
Ensino Médio Completo	2,5
Ensino Superior Incompleto	47,5
Ensino Superior Completo	12,5
Pós-graduação: Especialização	1,6
Mestrado/Doutorado	30
Renda Familiar Mensal (salários mínimos)	
1 a 5	45
5 a 10	34
10 a 20	17,5
20 a 30	1,6
> 30	0,8
Não informado	0,8

Fonte: dados da pesquisa

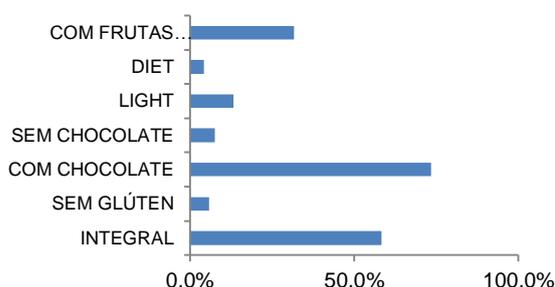
Figura 21–Respostas da pesquisa com provedores



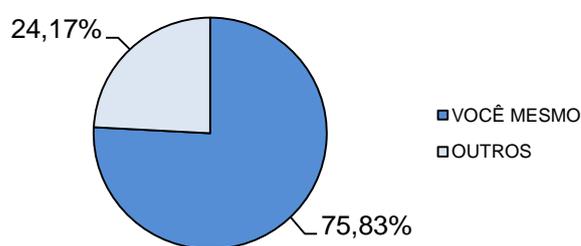
(a) Momentos do dia associados ao consumo



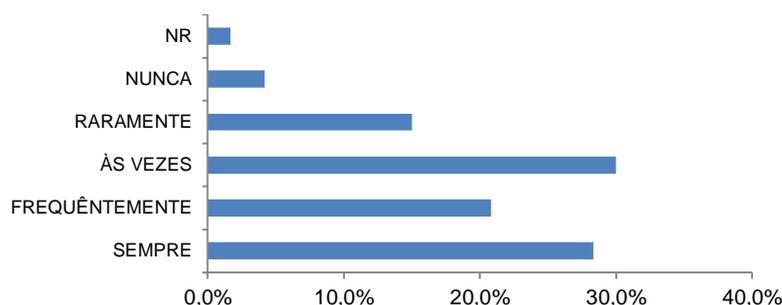
(b) Frequência de consumo



(c) Preferência de consumo



(d) Responsabilidade pela compra



*NR: não responderam

(e) Frequência em que se observa a embalagem



(f) Itens mais observados em embalagens e rotulagens

Fonte: dados da pesquisa

Na Tabela 17, é apresentado o perfil dos 120 provadores recrutados para a realização da Análise Sensorial. O perfil foi majoritariamente constituído das seguintes características: sexo feminino (73%); idade entre 15 e 25 anos (55,8%); formação de ensino superior incompleto (47,5%); renda familiar entre um e cinco salários mínimos (45%).

Conforme apresentado na Figura 21 (a), em relação ao momento do dia em que se associa o consumo de *cookies* pelos provadores, observa-se que a maioria prefere o período do lanche da tarde (85%), seguido pelo café da manhã (69,17%).

Conforme Figura 21 (b), em relação à frequência de consumo, a maioria dos colaboradores o faz eventualmente, valor encontrado de 51,67%, o que demonstra uma influência significativa desse tipo de alimento na vida do consumidor brasileiro e um potencial para expansão do mercado de produtos nesta linha.

Na Figura 21 (c), o destaque é para a preferência sobre diferentes tipos de biscoito *cookies*. Foi verificado que os *cookies* preferidos pelos provadores são os que contêm chocolate em sua formulação (73,33%), seguido dos que apresentam característica integral (58,33%) e com frutas desidratadas (31,67%).

O levantamento da informação sobre quem é o responsável pela compra dos biscoitos tipo *cookies* na família é apresentado na Figura 21 (d). As respostas indicaram que o próprio consumidor é o comprador (75,83%), sendo os outros responsáveis (24,17%) identificados como membros da família: pais, marido e/ou esposa.

Conforme Figura 21 (e), essa pesquisa abordou sobre o hábito dos consumidores relativo à observação da embalagem e/ou rótulo dos biscoitos adquiridos. As repostas fornecidas pela maioria dos colaboradores foram “às vezes” (30%) ou “sempre” (28,33%). De acordo com os resultados apresentados na Figura 21 (f), em relação aos itens que são observados nas embalagens ou rótulos, a maior preocupação recai na informação do prazo de validade (81,67%), seguido da tabela de informação nutricional (67,5%), do preço (65%) e informações sobre a composição (ingredientes) (58,33%). As informações de menor importância para a aquisição do produto foram as relativas à tecnologia de fabricação (6,67%), dados do fabricante (15,83%) e informações sobre o armazenamento do produto (18,83%).

Na Tabela 18, são apresentados os valores das médias de aceitação quanto à aparência das três formulações dos biscoitos tipo *cookies* analisadas pelos

provadores. Conclui-se que as amostras B e C não foram significativamente diferentes entre si, ao contrário da amostra A, que se apresentou com diferença significativa das amostras B e C ($p < 0,05$). A amostra A apresentou aparência menos atraente e aspecto esbranquiçado de acordo com os provadores, sendo a característica que os mesmos mais desgostaram. As amostras B e C apresentaram médias acima de 5,0, localizadas na área de aceitação que vai de 5,0 a 9,0. A amostra A apresentou média de 4,1, localizada na área de indiferença, que vai de 4,1 a 4,9.

Apesar das notas para a característica aparência encontrarem-se na área de aceitação para as amostras B e C, muitos provadores reclamaram da aparência desses cookies, alegando não ser muito atrativa. Porém, ressaltaram que, por parecer um produto natural, haveria a opção pela compra do produto.

Tabela 18 - Médias das notas em relação à aparência

Amostra	Médias*
A	4,1 ^b
B	5,5 ^a
C	5,5 ^a

Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).

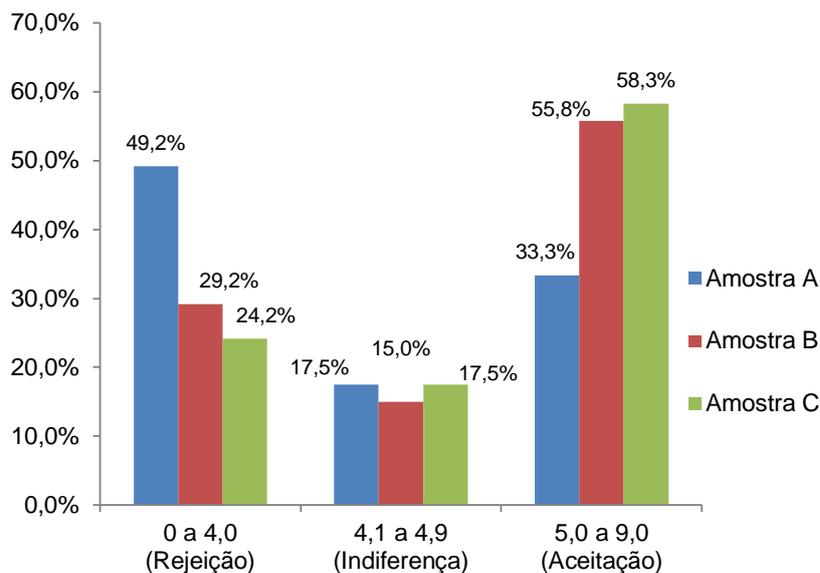
DMS (Diferença Mínima Significativa) = 0,57

*Médias seguidas por letras iguais na coluna não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Comparação de Médias de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa

Conforme histograma de frequência, apresentado na Figura 22, referente às notas de aceitação das três amostras, fica evidenciado que as amostras B (58,33%) e C (55,83%) receberam a maior frequência de notas positivas – notas de 5,0 a 9,0 situadas entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei extremamente”. As mesmas também apresentaram as menores frequências de notas relacionadas à rejeição – notas de 0 a 4,0, situadas entre os termos hedônicos “desgostei extremamente” e “desgostei ligeiramente”. Esses resultados confirmam que os consumidores gostaram mais das amostras B e C, com substituição parcial da farinha branca pela farinha da amêndoa da Macaúba.

Figura 22 - Histograma de frequência das notas em relação à aparência



**Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).
Fonte: dados da pesquisa**

Conforme apresentado na Tabela 19, a análise do teste de aceitação quanto ao odor revelou que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostra B e C, mas que há uma diferença dessas amostras em relação ao cookie sem acréscimo de farinha de amêndoa de Macaúba (Amostra A).

Destaca-se que a média de pontuação para amostra A (4,7) se situa na faixa de indiferença (4,1 a 4,9), representada pelo termo hedônico “nem gostei, nem desgostei”. Nessas amostras, a maioria dos provadores relataram uma falta de odor característico e um leve odor de ovo nos cookies.

Por outro lado, as médias de pontuação para as amostras B e C ficaram acima de 6,0 e localizaram-se na área de aceitação (5,0 a 9,0). Nessas amostras, os provadores destacaram que o odor de coco chamou a atenção de uma maneira positiva, porém com menor percepção desse odor para a amostra B, relatado como sendo mais suave pelos consumidores, conforme esperado.

Tabela 19 - Médias das notas de aceitação em relação ao odor

Amostra	Médias*
A	4,7 ^b
B	6,0 ^a
C	6,3 ^a

Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).

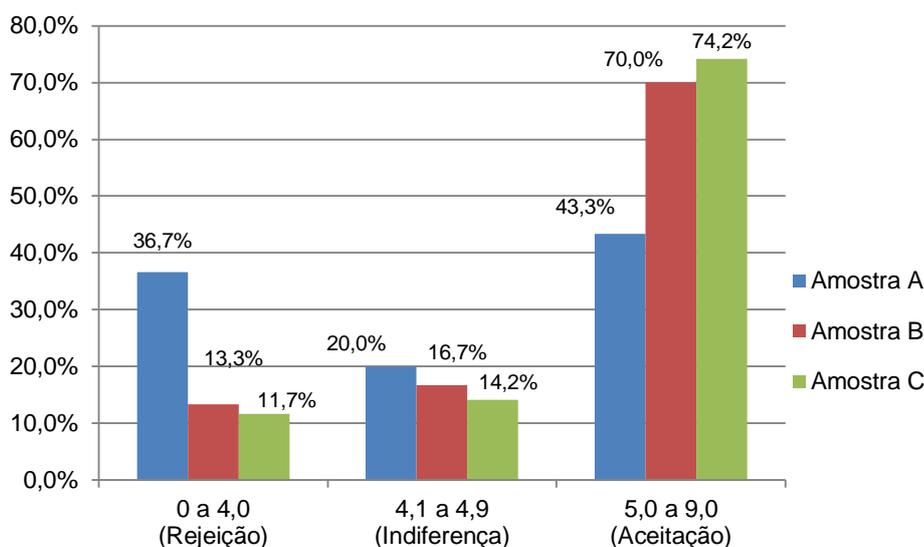
DMS (Diferença Mínima Significativa) = 0,55

*Médias seguidas por letras iguais na coluna não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Comparação de Médias de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa

O histograma de frequência das notas de aceitação das três amostras de biscoitos tipo cookie é representado pela Figura 23. Os resultados confirmam a preferência dos consumidores pelas amostras B e C em detrimento da amostra A. A frequência de notas positivas para as amostras B e C ficaram em 70% ou mais, enquanto que a amostra A recebeu apenas 43,3%. Nota-se também que a frequência de notas na faixa de rejeição para as amostras B e C ficou abaixo de 15%, confirmando a aceitação dessas amostras. Para amostra A, ao contrário, nota-se que a frequência das notas na faixa de rejeição está bem próxima da faixa de aceitação, demonstrando uma necessidade de aperfeiçoamento na fórmula da amostra A para essa característica sensorial.

Figura 23 - Histograma de frequência das notas em relação ao odor



Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).

Fonte: dados da pesquisa

Os resultados apresentados na Tabela 20, referentes à característica sabor, indicam que não houve diferença significativa entre a pontuação atribuída às amostras B e C a 5% de significância, ao contrário da amostra A, cuja média de aceitação foi inferior. Apesar da diferença significativa observada entre as amostras B e A e C e A, todas as três médias situaram-se na faixa de aceitação, apresentando notas acima de 5,0.

Em relação aos comentários proferidos pelos julgadores, o sabor de coco foi lembrado de forma positiva nas amostras B e C. Para a grande maioria, o destaque negativo das três amostras foi em relação ao sabor bastante adocicado. Mesmo considerando o índice de açúcar dos *cookies* alto, o sabor destacou-se como a característica sensorial que os provadores mais apreciaram.

De acordo com a Figura 24, observa-se o histograma de frequência das notas atribuídas à característica sabor. A ordem de preferência das amostras verificadas pelas médias da Tabela 20 parece se assemelhar com essa distribuição na qual a amostra A recebeu 57,5% das notas na faixa de aceitação, a amostra B, 75% e a amostra C, 82,5%. Comparando-se as porcentagens das características estudadas até então, constata-se que a característica sabor foi mais aceita do que as características aparência e odor. Ainda, pela frequência das notas apresentadas na faixa de rejeição, pode-se afirmar que as amostras B e C foram bem aceitas, pois as mesmas ficaram abaixo de 16%.

Tabela 20 - Médias das notas de aceitação em relação ao sabor

Amostra	Médias *
A	5,5 ^b
B	6,4 ^a
C	6,6 ^a

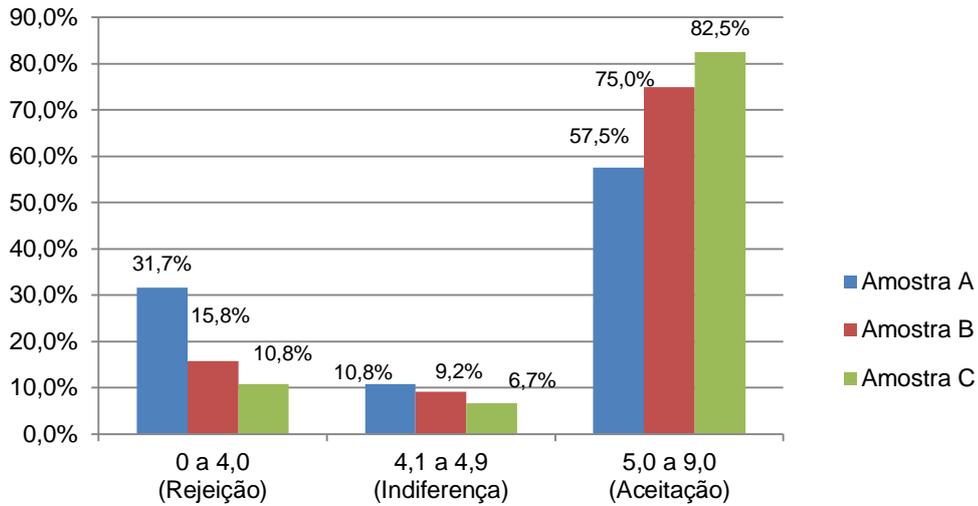
Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).

DMS (Diferença Mínima Significativa) = 0,61

*Médias seguidas por letras iguais na coluna não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Comparação de Médias de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa

Figura 24 - Histograma de frequência das notas em relação ao sabor



Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).

Fonte: dados da pesquisa

Os resultados da avaliação da característica textura são apresentados na Tabela 21. Considerando um valor de 5% de significância, as amostras A e C foram consideradas iguais estatisticamente. Obtiveram-se médias de 5,7 e 5,4 respectivamente, apresentando-se dentro da área de aceitação, em que o termo hedônico correspondente é o “gostei ligeiramente”. Contudo, os resultados da análise para a amostra B apresentaram média superior, com valor de 6,4, média com diferença de significância estatística, encontrando-se na área de aceitação em que o termo hedônico correspondente é o “gostei moderadamente”. Esse resultado tem um padrão diferenciado dos anteriores e a provável justificativa está na observação de uma textura intermediária entre a situação da amostra A (0%), mais rígida (com menor teor de lipídio e fibra), com a amostra C (60%) mais flexível (maior teor de lipídio e fibra).

Tabela 21 - Médias das notas em relação à textura

Amostra	Médias*
A	5,7 ^b
B	6,4 ^a
C	5,4 ^b

Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).

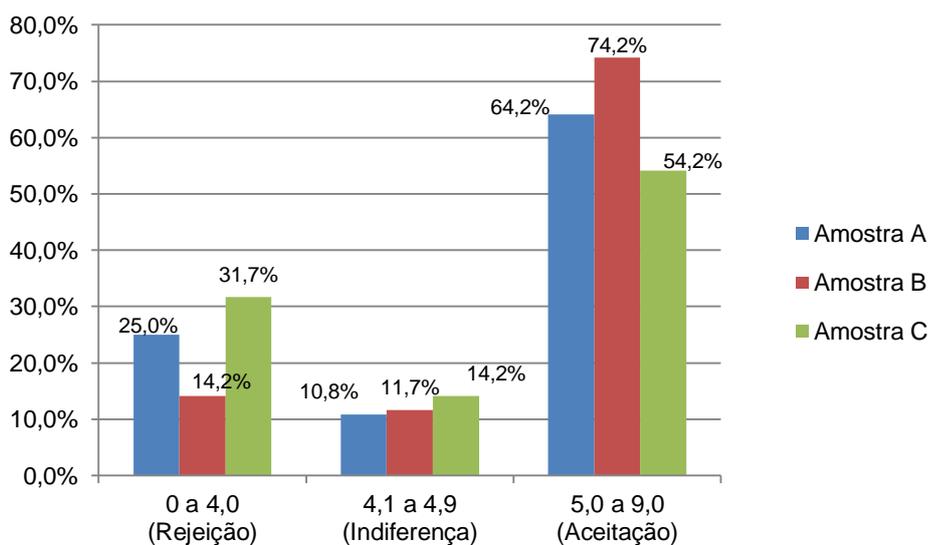
DMS (Diferença Mínima Significativa) = 0,54

*Médias seguidas por letras iguais na coluna não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Comparação de Médias de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa

Na Figura 25, apresenta-se o histograma da frequência das notas de aceitação das amostras A, B e C em relação à característica textura, sendo possível identificar a alteração da preferência dos julgadores para a amostra B, com uma distribuição maior de notas com avaliação positiva: 74,2% versus 14,2% para quesitos positivos e negativos, respectivamente. Vale ressaltar que para a faixa de rejeição a amostra B ficou novamente abaixo de 15%, confirmando sua aceitação em mais uma característica sensorial. De forma análoga, na sequência, existe a preferência para a textura da amostra A: 64,2% versus 25,0%.

Figura 25 - Histograma de frequência das notas em relação à textura



Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).

Fonte: dados da pesquisa

Para amostra C, verificam-se índices mais baixos do que os apresentados para as outras características sensoriais até então: 54,2% versus 31,7%, para quesitos positivos e negativos, respectivamente. Justificam-se esses valores com base na análise dos resultados dos testes físico-químicos previamente apresentados na Tabela 16, com destaque especial na redução da umidade. Essa queda da umidade associada com a maior quantidade de fibras da amostra C pode conferir aos biscoitos um gosto residual das fibras do coco, que arranham a garganta, sendo provável que os consumidores estranhem este aspecto. Uma possível solução para este problema é a utilização de aditivos químicos, como os umectantes, os quais ajudam a diminuir o desconforto causado pelo excesso de fibras. Nesse caso, fica a sugestão da necessidade de inclusão de avaliação de mais um fator relacionado à textura do biscoito tipo *cookies*, em trabalhos futuros.

Com o objetivo de analisar as características em conjunto, foi feita a avaliação de quanto os provadores gostaram ou desgostaram das formulações em relação à impressão global (aparência, odor, sabor e textura), conforme apresentado na Tabela 22. Os valores médios obtidos confirmam os resultados apresentados pelas características avaliadas anteriormente. A amostra A ficou com a menor média, no valor de 5,2, sendo a única estatisticamente diferente das outras amostras ($p < 0,05$), porém dentro da faixa de aceitação. As amostras B e C são estatisticamente iguais ($p < 0,05$) e apresentaram médias no valor de 6,2 e 6,1, respectivamente, estando ambas na área de aceitação.

Tabela 22 - Médias das notas em relação à característica impressão global

Amostra	Médias *
A	5,2 ^b
B	6,2 ^a
C	6,1 ^a

Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).

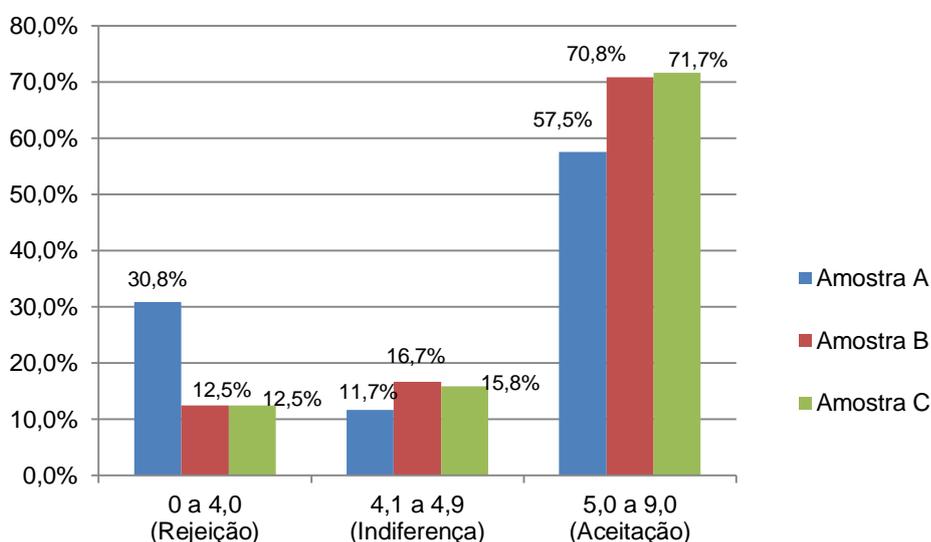
DMS (Diferença Mínima Significativa) = 0,52

*Médias seguidas por letras iguais na coluna não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Comparação de Médias de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa

O histograma de distribuição de notas em relação à impressão global (Figura 26) indica uma distribuição de notas positivas para as amostras B e C, com valores entre 5,0 e 9,0, superiores a 70%, demonstrando uma maior aceitação. A amostra A teve como distribuição das notas positivas um valor de 57,5%, o que confirma o interesse dos consumidores por biscoitos do tipo *cookies*. Adicionalmente, a análise da distribuição de notas entre 0 e 4,0, aponta para uma maior rejeição da amostra A (30,8%) e demonstra novamente uma rejeição abaixo dos 15% para as amostras B e C, confirmando uma provável aceitação desses biscoitos no mercado.

Figura 26 - Histograma de frequência das notas em relação à impressão global



**Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).
Fonte: dados da pesquisa**

Finalmente, os provadores foram questionados quanto às características que mais gostaram e as características que mais desgostaram, tendo a opção de escolher mais de uma característica. Os resultados apresentados na Tabela 23 indicam que a característica sabor se destacou nas três amostras como a que “mais gostou”, seguida da textura para as amostras A e B, e do odor para amostra C.

Em relação às características que mais desgostaram, a aparência aparece em primeiro lugar para as amostras A e B, e a textura para amostra C.

Tabela 23 – Relação das características sensoriais que os julgadores mais gostaram e que mais desgostaram

Amostras	MAIS GOSTOU (%)				MAIS DESGOSTOU (%)			
	Aparência	Odor	Sabor	Textura	Aparência	Odor	Sabor	Textura
A	16,7	22,5	58,3	42,5	57,5	30,0	25,8	23,3
B	29,2	25,8	68,3	45,8	35,8	24,2	18,3	25,0
C	34,2	40,0	70,8	27,5	27,5	15,0	20,8	48,3

Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).

Fonte: dados da pesquisa

Comparando os valores percentuais apresentados na Tabela 23 com os valores das médias atribuídas na análise sensorial apresentada na Tabela 24, verifica-se uma concordância de resultados, confirmando que os provadores foram coerentes ao dar as suas notas, o que confere legitimidade aos resultados apresentados neste trabalho.

Tabela 24 – Médias atribuídas às características sensoriais

	Aparência	Odor	Sabor	Textura	Impressão Global
Amostra A	4,1 ^b	4,7 ^b	5,5 ^b	5,7 ^b	5,2 ^b
Amostra B	5,5 ^a	6,0 ^a	6,4 ^a	6,4 ^a	6,2 ^a
Amostra C	5,5 ^a	6,3 ^a	6,6 ^a	5,4 ^b	6,1 ^a

Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).

*Médias seguidas por letras iguais na coluna não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Comparação de Médias de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa

Em relação à intenção de compra, as médias das notas atribuídas a cada amostra estão apresentadas na Tabela 25. Nota-se que o resultado seguiu o padrão observado nas análises anteriores, resultado em menor nota para a amostra A comparativamente às notas recebidas pelas amostras B e C, sendo a primeira estatisticamente diferente das duas últimas ($p < 0,05$). As notas atribuídas são teste de intenção de compras variaram de 1 a 5, sendo seus termos identificados como “certamente não compraria” e “certamente compraria”, respectivamente. Pode-se considerar que para amostra A existe uma dúvida do consumidor em relação à compra do cookie, pois esta obteve média igual a 3,0, significando “talvez

comprasse, talvez não comprasse”. Porém, em relação à amostra B, pode-se considerar uma intenção de compra mais significativa, em função do valor médio de 3,6, o qual se encontra mais próximo do termo “possivelmente compraria”, que corresponde a nota 4.

Tabela 25 - Médias das notas em relação à intenção de compra

Amostra	Médias *
A	3,0 ^b
B	3,6 ^a
C	3,4 ^a

Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).

DMS (Diferença Mínima Significativa) = 0,30

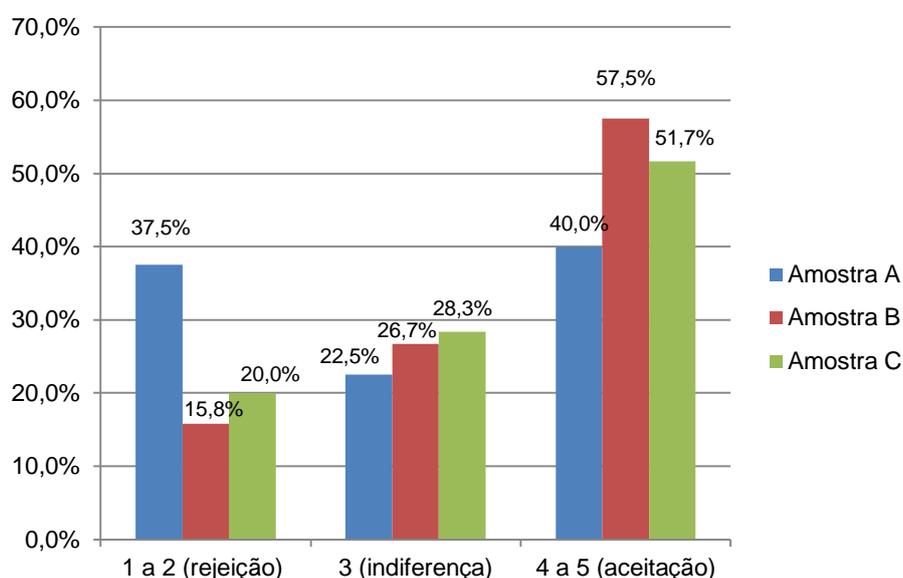
*Médias seguidas por letras iguais na coluna não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Comparação de Médias de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa

Pelo histograma de distribuição das notas da intenção de compra apresentado na Figura 27, verifica-se uma maior quantidade de notas positivas (notas entre 4 e 5) para as amostras B (57,5%) e C (51,7%). Para a amostra A, existe quase um equilíbrio entre as notas negativas (1 e 2) e as notas positivas (4 e 5), sendo estes de 37,5% e 40%, respectivamente.

Dessa maneira, podemos concluir que os biscoitos tipo *cookies* representados pelas amostras B e C tem um potencial de comercialização maior que a amostra A, provando que a farinha da amêndoa da Macaúba pode ser utilizada na alimentação humana. Vale destacar que o principal objetivo deste teste foi justamente a verificação da utilização da farinha da amêndoa da Macaúba em alimentos para o consumo humano e que a melhor formulação não era o principal destaque deste trabalho. Porém, fica claro que com os ajustes necessários, tanto a amostra com 30% quanto a amostra com 60% de substituição da farinha de trigo pode ser utilizada no desenvolvimento de novos produtos. Acredita-se, ainda, que o apelo de um trabalho de *marketing* informando a grande quantidade de fibras e proteínas presentes nesta farinha, possibilitaria um grau maior de aceitação da mesma.

Figura 27 - Histograma de frequência das notas em relação à intenção de compra



Amostra A (0%); Amostra B (30%); Amostra C (60%).

Fonte: dados da pesquisa

Alguns autores conseguiram desenvolver produtos alimentícios utilizando a farinha da polpa da Macaúba, incentivando em seus trabalhos o desenvolvimento de pesquisas que utilizassem a farinha da amêndoa da Macaúba, por seu potencial promissor. Exemplos como de Verediano (2012) que substituiu de 30% a 54% da farinha de trigo pela farinha de polpa de Macaúba para produzir um bolo, obteve satisfatória aceitação dos provadores, conseguindo provar a utilidade deste coproduto da extração do óleo da polpa da Macaúba no desenvolvimento de produtos para alimentação humana. Kopper e outros (2009) também utilizaram a farinha da polpa da Macaúba em biscoitos tipo *cookies* doces e salgados, substituindo-se de 10% a 15% da farinha de trigo pela farinha de Macaúba. Esses autores relataram que a aceitação de ambos os produtos foi positiva, apresentando médias correspondentes ao termo hedônico “gostei levemente”.

A utilização da amêndoa da Macaúba em alimentação humana, comumente, é na forma *in natura*, sendo mais difícil ver o aproveitamento da farinha proveniente da extração do óleo da amêndoa. Nogueira e outros (2012) elaboraram uma barra de cereais com adição da amêndoa da Macaúba e alcançaram uma intenção de compras de 90% para este produto, apresentando um alto potencial de aceitação e preferência, sendo considerado um produto saboroso e agradável. Dessimoni-Pinto

e outros (2010) também relataram, em trabalho anterior, a utilização da amêndoa da Macaúba para elaboração de barras de cereais. Nesse caso, houve uma adição de 15% do fruto em relação a uma barra controle. No final do trabalho, concluiu-se que a barra teste obteve maior aceitação que a barra controle, destacando-se quanto ao sabor, com nota média de 4,62 em uma escala de 5 pontos. Seu índice de aceitação foi de 88,90% e seu teste de preferência evidenciou 71,11% de aprovação pelos participantes da pesquisa.

Pelos trabalhos citados, fica claro que a utilização da farinha da amêndoa da Macaúba na elaboração de produtos alimentícios é uma realidade que pode ser muito bem aproveitada pelo mercado. Ainda, se constitui em uma opção para as cooperativas que atualmente coletam e realizam o processamento primário do fruto da Macaúba, sendo que as condições de processamento são de baixo custo e acessíveis ao pequeno produtor.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Por meio das amêndoas das Macaúbas estudadas nas duas lotes e pelas comparações realizadas com diferenciados autores da literatura, constatou-se que as características físico-químicas deste fruto podem sofrer variações, causadas pelo tipo de tratamento dado à palmeira, clima, chuvas e outros fatores que podem exercer influência direta na composição desses frutos. Ainda, essas amêndoas demonstram ser uma parte do fruto com características nutricionais interessantes para o consumo humano, principalmente por apresentarem destacada quantidade de fibras e proteínas, bem como pelo alto teor de óleo, que pode alcançar valores da ordem de 60%, em base seca.

O processamento da amêndoa para extração do óleo utilizando uma prensa mecânica contínua do tipo *expeller* não apresentou diferença em relação às faixas granulométricas testadas neste trabalho. Assim, sugere-se a utilização da amêndoa na granulometria natural obtida após o processo de separação endocarpo-amêndoa, que, ao ser efetuado em britador, promove uma quebra parcial da mesma. Sendo assim, o processamento em prensa mecânica contínua do tipo *expeller* com amêndoas *in natura* representa uma economia de tempo e energia na produção de óleo de amêndoa de Macaúba e de sua farinha.

O óleo extraído das amêndoas das palmeiras de Macaúba do Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais confirmaram a qualidade comum a esta oleaginosa, mostrando-se rico nos ácidos graxos láurico e oleico. O ácido láurico destaca-se, neste caso, por ser um ácido graxo de cadeia média e saturado, implicando em um óleo com maior resistência a deterioração. As análises físico-químicas realizadas no presente trabalho comprovam a estabilidade deste óleo, validando a questão do aproveitamento deste produto em diversas indústrias de interesse, como a alimentícia e a farmacêutica. Atualmente, o mercado brasileiro disponibiliza produtos à base de óleo de coco, em geral proveniente do coco da Bahia, para os setores de produção de alimentos, fármacos e cosméticos, conferindo valor agregado. O uso do fruto da Macaúba para essas mesmas finalidades se constitui em uma possibilidade promissora.

A farinha resultante da extração do óleo da amêndoa da Macaúba comprovou ser um interessante produto a ser aplicado na indústria alimentícia. Neste trabalho,

foi composta por 47,35% de lipídios, 17,73% de proteínas, 25,89% de carboidratos e 41,48% de fibras, destacando-se como um alimento com alta quantidade de fibras e proteínas, além do alto valor energético apresentado, 600,63 kcal, possuindo também um apelo social interessante, tal como o direcionado para uso em merenda escolar.

A aplicação desta farinha em diferentes formulações de biscoito tipo *cookies* obteve uma aprovação satisfatória, considerando a substituição da farinha de trigo pela farinha da amêndoa da Macaúba em 30% e 60%. Os resultados da análise sensorial comprovaram que este é um produto com potencial para o mercado alimentício.

Adicionalmente, destaca-se que o baixo custo das condições de processamento em escalas menores propicia o aproveitamento do fruto da Macaúba para a comercialização de produtos primários por cooperativas rurais ou por pequenos produtores. A cultura da macaúba colabora para o desenvolvimento socioeconômico de regiões historicamente menos favorecidas tais como o Cerrado mineiro, comunidades carentes do Estado do Mato Grosso do Sul e Goiás entre outras.

Diante do exposto, este trabalho direciona para a conclusão de que a amêndoa da Macaúba tem potencial nutricional e econômico favorável para uso no mercado alimentício.

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se:

- Realização de testes de substituição total da farinha de trigo pela farinha de amêndoa de Macaúba em produtos de panificação, com intuito de ampliar o número de produtos desenvolvidos para pessoas celíacas;
- Avaliação das propriedades tecnológicas do óleo da amêndoa da Macaúba e sua utilização em produtos farmacêuticos e alimentícios;
- Realização de um estudo da vida de prateleira e do tipo de embalagem adequada para melhor conservar o cookie desenvolvido com farinha de amêndoa de Macaúba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Óleo de Palma e derivados, no Pará, geram inclusão social. Informativo digital sobre temas da cadeia produtiva de oleaginosas. Outubro, 2013. Disponível em: http://www.abiove.org.br/site/_files/portugues/07102013-093153-informativo_sobre_palma_no_para_7_outubro_2013.pdf. Acesso em 14 outubro 2013.
- ABITRIGO. Sobre o Trigo. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/index.php?mpg=00.00.00>. Acesso em 01 maio 2013.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia.1993. 8 p.
- AMARAL, F. P. do; BROETTO, F.; BATISTELLA, C. B.; JORGE, S. M. A. Extração e caracterização qualitativa do óleo da polpa e amêndoas de frutos de Macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. ex Mart] coletada na região de Botucatu, SP. Botucatu: Revista Energia na Agricultura. V.26, n.1, 2011, 12-20 p.
- AMARAL, F. P. Estudo das características físico-químicas dos óleos da amêndoa e polpa da Macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart].66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de concentração em Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu, 2007.
- ANDRADE, M. H. C.; VIEIRA, A. S.; AGUIAR, H. F.; CHAVES, J. F. N.; NEVES, R. M. P. S.; MIRANDA, T. L. S.; SALUM, A. Óleo do fruto da palmeira Macaúba – Parte I: Uma aplicação potencial para indústria de alimentos, fármacos e cosméticos. DEQ – UFMG. I TÉCNIQ – 1º seminário sobre tecnologia na indústria química. Out, 2006.
- ANTONIASSI, R.; PEREIRA, D. A.; SZPIZ, R. R.; JABLONKA, F. H.; LAGO, R. C. A. Avaliação das características de identidade e qualidade de amostras de azeite de oliva. Braz. J. FoodTechnol. Campinas, jan/dez. 1998.
- AOAC.ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis.Arlington, 1995.1141 p.
- AOCS.AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY.Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society.4th ed. Champaign, USA, AOCS, 1990.
- AQUINO, F. G.; SILVA, M. R.; RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; VILELA, M. F.; OLIVEIRA, M. C. Distribuição geográfica das espécies *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. e *Caryocar brasiliense* Cambess no bioma Cerrado. IX Simpósio Nacional Cerrado. II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Brasília, DF, outubro, 2008.
- ARAÚJO, J. M. A. Química de alimentos: teoria e Prática. 5ª ed. Editora UFV. Viçosa, 2011. 601p.

BANDEIRA, A. L. Incentivo à pesquisa da Macaúba abre novas perspectivas. Informe Agropecuário – EPAMIG. Belo Horizonte, MG, v.32, n.265. Nov./dez.. 2011.

BELÉN-CAMACHO, D. R.; LÓPEZ, I.; GARCIA, D.; GONZÁLEZ, M.; MORENO-ÁLVAREZ, M. J.; MEDINA, C. Evaluación físico-química de la semilla y del aceite de corozo (*Acrocomia aculeata* Jacq.). Grasas y Aceites. República Bolivariana de Venezuela, Vol. 56. Fasc. 4 (2005), 311-316.

BIOVERSITY INTERNATIONAL: *Acrocomia aculeata*. Disponível em: [http://www.bioversityinternational.org/databases/new_world_fruits_database/detail.html?tx_wfqbe_pi1\[species_id\]=154](http://www.bioversityinternational.org/databases/new_world_fruits_database/detail.html?tx_wfqbe_pi1[species_id]=154). Acesso em: 27 abr. 2012.

BOLGENHAGEN, N. J. O processo de desenvolvimento de produtos: proposição de um modelo de gestão e organização. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

BRASIL GLOBAL NET - O Mercado Brasileiro Para Óleo De Palma (Azeite De Dendê) Equatoriano. Brasília, maio de 2006. Disponível em: <http://www.brasilglobalnet.gov.br/arquivos/psci/psciequadoroleop.pdf>. Acesso em: 14 outubro 2013.

BRASIL. Medida Provisória Nº 647, de 28 de maio de 2014. Adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

BRASIL. Portaria SVS/MS nº. 540, de 27 de outubro de 1997. Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares – definições, classificação e emprego. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 out. 1997.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23set. 2005.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 270, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BRENNAN, J. G.; BUTTERS, J. R.; COWELL, N. D.; LILLEY, A. E. V. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. 3 ed. Zaragoza. Acribia, 1998.

CARGNIN, A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FOGAÇA, C. M.; COSTA, C. J.; AGUIAR, J. L. P. de. Potencial da macaubeira como fonte de matéria-prima para produção de biodiesel. In: 9º Simpósio Nacional Cerrado. 2º Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Brasília, EMBRAPA-CERRADOS, 2008.

CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. Baked Products: Science, Technology and Practice. BakeTran, High Wycombe, Bucks, UK, 2006. Blackwell Publishing. 228p.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas. Viçosa, MG: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1996, 81p.

CLEMENT, C.R.; LERAS PÉREZ, E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. *Agrociências*, Montevideu, 67-71. 2005.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. *Química Nova*, 23(4), p-531-537. Curitiba, set. 1999.

COVAS, M. I. Olive oil and the cardiovascular system. *Pharmacological Research* 55 (2007) 175-186. Barcelona, Spain. Jan, 2007.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de los alimentos*. 3ª ed. Editora Acribia. 2010. 1154p.

DESSIMONI-PINTO, N. A. V.; SILVA, V. M.; BATISTA, A. G.; VIEIRA, G.; SOUZA, C. R.; DUMONT, P. V.; SANTOS, G. K. M. Características físico-químicas da amêndoa de Macaúba e seu aproveitamento na elaboração de barras de cereais. *Alim. Nutr.*, v.21, n.1, p. 77-84. Araraquara, SP. Março de 2010.

DUARTE, I. D.; ROGÉRIO, J. B.; ANTONIASSI, R.; BIZZO, H. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Variação da composição de ácidos graxos dos óleos de polpa e amêndoa de Macaúba. 4º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel. 7º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Belo Horizonte, 2010. 63-64 p.

DUTCOSKY, S. D. *Análise Sensorial de Alimentos*. 4ª ed. Curitiba: Champagnat - Pucpress, 2013. 531p.

EMBRAPA ACRE. Pesquisa testa novas formulações da farinha mista de banana e castanha. 03 dez. 2010. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2010/dezembro/1a-semana/pesquisa-testa-novas-formulacoes-da-farinha-mista-de-banana-e-castanha>. Acesso em: 01 maio 2013.

FAO Y CATIE. Palmeras poco utilizadas de América Tropical: informe de la reunión de consulta organizada por Fao y Catie. Turrialba, Costa Rica, 1983. 172p.

FARIA, L. A. de. Hidrólise do óleo da amêndoa da Macaúba com lípase extracelular de *Colletotrichum gloeosporioides* produzida por fermentação em substrato líquido. 147p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos). Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.

FDA. Food and Drug Administration. Disponível em: <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&sid=11b5d550d6d247770f82e235c8fb50af&rgn=div5&view=text&node=21:3.0.1.1.1&idno=21#21:3.0.1.1.1.1.1.1>. Acesso em: 28 março 2013.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê Antioxidantes. Nº6, 2009. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>. Acesso em: 28 março 2013.

FUENTES, J.A.G. Que alimentos convêm ao coração? *Higiene Alimentar*, São Paulo, v.12, n.53, p.7-11, 1998.

GONTIJO, V. S.; ARANTES, A. C. C.; NETO, P. C.; FRAGA, A. C. Avaliação da qualidade dos óleos de Macaúba. In: 5º Congresso Brasileiro De Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras E Biodiesel, 2008, Lavras. Anais. Lavras: UFLA, 2008.

GUILHERME, F. F. P. Emprego de fubá de qualidade proteica em farinhas mistas para produção de biscoitos. 128 p. (Dissertação, mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Farmácia da UFMG. Belo Horizonte, 2002.

GUNSTONE, F. D. The chemistry of oils and fats – sources, composition, properties and uses. Dundee, UK. Blackwell Publishing Ltd. 2004. Chapter 1. 307p.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. Field Guide to the Palms of the Americas New Jersey: Princeton University, 1995. p.166-167.

HIANE, P. A. Estudo nutricional, com ênfase em proteínas antinutricionais e tóxicas, de amêndoas da bocaiúva, espécie *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd., do Estado de Mato Grosso do Sul. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde). Programa Multi-institucional de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Universidade de Brasília (UnB)/Universidade Federal de Goiás (UFG)/Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Campo Grande, 2006.

HIANE, P. A.; BALDASSO, P. A.; MARANGONI, S.; MACEDO, M. L. R. Chemical and nutritional evaluation of kernels of bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ciênc. Tecnol. Aliment. [online]. Vol.26, n.3, pp. 683-689, 2006a. ISSN 1678-457X.

HIANE, P. A.; MACEDO, M. L. R.; SILVA, G. M.; NETO, J. A. B. Avaliação Nutricional da Proteína de Amêndoas de Bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd, em ratos Wistar em crescimento. B. Ceppa, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 191-206, jan/jun, 2006b.

HIANE, P.A.; FILHO, M.M.R.; RAMOS, M. L.; MACEDO, M. L. R. Bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Pulp and kernel oils: characterization and fatty acid composition, Brazilian Journal Food Technology, v.8, n.3, p. 256 - 259, 2005.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª edição. 1ª Edição Digital. 1020p. São Paulo, 2008.

IEA. Instituto de Economia Agrícola. Agricultura de alimentos X de energia: impacto nas cotações internacionais. Análises e Indicadores do Agronegócio. Vol.3 n.1, Janeiro de 2008. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=9167>>. Acesso em: 23 jul. 2012.

ISHIMOTO, F. Y.; HARADA, A. I.; BRANCO, I. G.; CONCEIÇÃO, W. A. S.; COUTINHO, M. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg.) para produção de biscoitos. Paraná: Revista Ciências Exatas e Naturais, vol. 9 nº 2, jul./dez. 2007.

KOPPER, A. C.; SARAVIA, A. P. K.; RIBANI, R. H.; LORENZI, G. M. A. C. Utilização tecnológica da farinha de bociúva na elaboração de biscoitos tipo *cookie*. Curitiba, Paraná. Alim.Nutr. Araraquara, v. 20, n. 3, p. 463-469, jul./set. 2009.

LAM, M. K.; TAN, K. T.; LEE, K. T.; MOHAMED, A. R. Malaysian palm oil: Surviving the food versus fuel dispute for a sustainable future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13 (2009) 1456-1464. NibongTebal, SeberangPerai Selatan, Pulau Pinang, Malaysia.

LIMA, J. R.; NASSU, R. T. Substitutos de gorduras em alimentos: características e aplicações. *Química Nova*, v.19 n. 2., p. 127-134. Campinas, SP, 1996.

LORENZI, G. M. A. C. *Acrocomia aculeata* (Lodd.)ex Mart. – ARECACEAE: BASES PARA O EXTRATIVISMO SUSTENTÁVEL. Tese. Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 172f., 2006.

LORENZI, G. M. A. C.; NEGRELLE, R. R. B. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.ex Mart.: Aspectos Ecológicos, Usos e Potencialidades. Curitiba: UFPR, SER (Sistema Eletrônico de Revistas), v. 7, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/academica/article/viewFile/9021/6314>> Acesso em: 11 de maio de 2012.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, v.1, 3.ed., Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000. p.272.

MANLEY, D. Technology of biscuits, crackers and cookies. 2 ed. Cambridge: Woodhead, 1996. 476 p. Cap. 2

MARTINS, C. M. R.; Proposta metodológica para otimização experimental de formulações: um estudo de caso no setor alimentício. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

MASSAFERA, G.; BRAGA COSTA, T. M.; DUTRA DE OLIVEIRA, J. E. Composição de ácidos graxos do óleo do mesocarpo e da semente de cultivares de abacate (*Persea americana*, Mill.) da região de RIBEIRÃO PRETO, SP*. Alim.Nutr., v. 21, n. 2, p. 325-331, abr./jun.2010.

MEILGAARD, M.R.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. *Sensory evaluation techniques*.4ª ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2007, 448p.

MINIM, V. P. R. Análise Sensorial: estudo com consumidores. 3ª ed. Editora UFV. Viçosa, 2013. 332 p.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN: *Acrocomia aculeata*. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Name/2401428> > Acesso em: 27 abr. 2012.

MOREIRA, M. G. Soja – Análise da Conjuntura Agropecuária. DERAL – Departamento de Economia Rural. SEAB, outubro de 2012.

MORETTO, E.; FETT, R. Processamento e análise de biscoitos. São Paulo, 1999. Varela Editora e Livraria LTDA. 97 p.

MORETTO, E.; FETT, R. Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos. São Paulo, 1998. Varela Editora e Livraria LTDA. 150 p.

MOTTA, P. E. F. da; CURI, N.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; GOMES, J. B. V. Ocorrência da Macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1023-103, 2002.

MPOC. Malaysian Palm Oil Council. The Palm Oil. Disponível em: http://www.mpoc.org.my/The_Oil.aspx Acessado em: Setembro de 2012.

NEI SOLUÇÕES. Disponível em: <www.nei.com.br>. Acesso: 26 dezembro de 2014.

NOGUEIRA, L. S.; VIEIRA, J. T. F.; VIROLI, S. L. M. Elaboração de uma barra de cereais contendo amêndoa de Macaúba: uma alternativa econômica para agricultura familiar. São Luís, 2012. 64ª Reunião Anual da SBPC. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/64ra/resumos/resumos/10127.htm> Acesso: 17 abril 2014.

NOVAES, R. F. Contribuição para o estudo do coco Macaúba. Piracicaba, 1952, 85 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) Escola Superior de Agricultura Eça de Queiroz da Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NOWAK. Indústria e Comércio de Máquinas LTDA. Disponível em: <<http://www.nowak.com.br/loja/>> Acesso: 26 dezembro 2014.

NUCCI, S. M. Desenvolvimento, Caracterização e Análise da Utilidade de Marcadores Microsatélites em Genética de População de Macaúba. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agronômico, Campinas, 2007.

NUNES, S. P. Produção e consumo de óleos vegetais no Brasil. DEPARTAMENTO DE ESTUDOS SÓCIO-ECONÔMICOS RURAIS – DESER. Boletim eletrônico nº159, Jun-2007.

OETTERER, M.; REGITANO-d'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. Barueri, SP: Manole, 2006. 612p.

OLIVEIRA, S. N de & RODRIGUES, M. do C. P. Papel da análise sensorial como ferramenta de apoio no processo de desenvolvimento de produtos alimentícios. Revista Educação Agrícola Superior. ABEAS – Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, v. 26, n. 1, p. 40-44, 2011.

OLIVEIRA, T. M.; PIROZI, M. R.; BORGES, J. T. S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. Alim.Nutr.Araraquara. V.18, n.2, p. 141-150, abr./jun., 2007.

OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. The analysis of nutrient in foods. London: Academic Press, 1978. 251 p.

PEREIRA, J. C.; CARNEIRO, H.; FRAGA, A. C.; NETO, P. C. Avaliação de composição química de tortas de Macaúba. In: 6º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2009, Montes Claros/MG. Anais. Lavras/MG: UFLA, 2009. p. 3730-3734.

PIMENTA, T. V. Metodologias de obtenção e caracterização dos óleos do fruto da Macaúba com qualidade alimentícia: da coleta à utilização. 122p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Escola de Engenharia Química da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.

PIMENTA, T. V.; ANDRADE, M. H. C.; BRASIL, A. N. Desenvolvimento de metodologias de extração a frio dos óleos do fruto da palmeira Macaúba. 4º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel 7º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Belo Horizonte, MG. Outubro de 2010.

PIMENTA, T. V.; CANO ANDRADE, M. H. & ANTONIASSI, R. Extração, neutralização e caracterização dos óleos do fruto da Macaúba (*Acrocomia aculeata*). COBEQ 2012 – XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Búzios, RJ, p. 4031-4040, set. 2012.

PONTES, M.M.M. Polpa de Manga Processada por Alta Pressão Hidrostática: Aspectos Microbiológicos, Nutricionais, Sensoriais e a Percepção do Consumidor. 2008. 136p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Seropédica: Instituto de Tecnologia da Universidade Estadual Rural do Rio de Janeiro.

POURCHET-CAMPOS, M. A. Fibra: A fração alimentar que desafia os estudiosos. Alim. Nutr., São Paulo, 2: 53-63, 1990.

PROTZEK, E. C.; FREITAS, R. J. S.; WASCZYNSKJ, N. Aproveitamento do bagaço da maçã na elaboração de biscoitos ricos em fibra alimentar. Curitiba: B. CEPPA, v.16, n.2, p. 263-275, jul./dez. 1998.

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A.Z. A Química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino. Revista Virtual de Química. Brasília, DF, v. 5, n. 1. Jan./fev. 2013.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. Química Nova, vol. 29, nº 4, 755-760, São José do Rio Preto, 2006.

RETTORE, R.P.; MARTINS, H. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais: estudo das oleaginosas nativas de Minas Gerais. Projeto da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, Belo Horizonte, v.1, 1983.

RIBEIRO, R. C. Obtenção de farinha de banana (*Musa sp*) e sua utilização na produção de biscoitos estampados. Faculdade de Farmácia da UFMG. Belo Horizonte, 2004. 129 p. (Dissertação, mestrado em Ciências de Alimentos).

RIBEIRO, R. D.; FINZER, J. R. D. Desenvolvimento de biscoito tipo *cookie* com aproveitamento de farinha de sabugo de milho e casca de banana. Uberaba: FAZU em Revista, n. 7, p. 120-124, 2010.

RITTNER, H. Óleo de mamona e derivados. São Paulo, 1996. 559 p.

SALGADO, E. G.; SALOMON, V. A. P.; MELLO, C. H. P.; FASS, F. D. M.; XAVIER, A. F. Modelos de referência para desenvolvimento de produtos: classificação, análise e sugestões para pesquisas futuras. Revista Produção Online, v. 10, n.4, p. 886-911, dez., 2010.

SALIS, S.M.; MATTOS, P.P. Floração e frutificação de bocaiúva (*Acrocomia aculeata*) e do carandá (*Copernicia alba*). Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009. 6 p. Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 78. Disponível em: http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT78. Acesso em: 27 abr. 2010.

SCARIOT, A. Seed dispersal and predation of the palm *Acrocomia aculeata*. Principes, Brasília, v.42, n.1, p.5-8, 1998.

SHAHIDI, F. Bailey's industrial oil & fat products. 6th ed. Volume 5 Edible Oil and Fat Products: Processing Technologies. New Jersey, USA, 2005.

SILVA, I. C. C. da. Uso de processos combinados para aumento do rendimento da extração e da qualidade do óleo de Macaúba. 99p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, I. F. B. S.; SOUSA, A. A.; BESERRA, A.; SILVA, W. A.; MEDEIROS, G. C. A. Elaboração de biscoitos tipo cookies com farinha de resíduos do processamento de polpa de acerola. Paraíba: Anais do Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia UEPB, vol.1, n. 1, nov. 2012.

SILVA, I.C.C.; PONTES, F.S; COURI, S.; ARAUJO, M.M.; FREITAS, S.P. Extração combinada do óleo de Macaúba: tecnologia enzimática e prensagem hidráulica. In: 5º Congresso Nacional de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Lavras, UFLA-MG, v. 1. p. 1-10, 2008.

SILVA, J. de C. Macaúba: Fonte de matéria-prima para os setores alimentício, energético e industrial. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Viçosa, 2007. 63 p.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P.; CHANG, Y. K. Uso de farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) em biscoitos tipo "cookie". São Paulo: Alim. Nutr., 10: 7-22, 1999.

SIMABESP. Sindicato da Indústria de Massas Alimentícias e Biscoitos de São Paulo. Mercado de biscoitos. São Paulo, 2009. Disponível em: www.simabesp.org.br. Acesso em: 01 maio 2013.

SZPIZ, R. R.; LAGO, R. C. A.; JABLONKA, F. H.; PEREIRA, D. A. Óleos de Macaúba: uma alternativa para a oleoquímica. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1989. p.1-10 (EMBRAPA-CTAA. Comunicado técnico, 14).

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos.4a.ed. rev. e ampl; Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p.

TAKAHASHI, N.S. Importância dos ácidos graxos essenciais.2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/acidograxos/index.htm. Acesso em: 12 de jun. 2014.

UNIDO. United Nations Industrial Development Organization. Draft world –wide study on the vegetable oils and fats industry: 1975-2000. USA, September-1977

USDA. United States Department of Agriculture. Oilseeds: World Markets and Trade. FAS – Foreign Agricultural Service. July, 2014. Disponível em: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>. Acesso em: 03 de agosto 2014.

VEREDIANO, F. C. Aproveitamento da torta residual da extração do óleo da polpa da Macaúba para fins alimentícios. 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Escola de Engenharia Química da Universidade Federal Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

WEISS, E. A. Oilseed processing and products. In: Oilseed crops. 1 ed. London: Longman, 1983, 528-596 p.

WIESENBORN, D.; DODDAPANENI, R.; TOSTENSON, K.; KANGAS, N. Cooking Indices to Predict Screw-press Performance for Crambe Seed. Journal of American OilChemists' Society, 78 (5) 2001, 467–471 p.

ZULLO, M. A. T.; GODOY, I. J.; MORAES, S. A.; PEREIRA, J. C. V. N. A. Produtividade e qualidade do óleo de linhagens de amendoim. Bragantia, Campinas, 52(2): 1993, 105-112 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CARTAZ CONVITE PARA ANÁLISE SENSORIAL DOS COOKIES DE TORTA DE AMÊNDOA DE MACAÚBA.

CONVITE

Convidamos a comunidade do Laboratório da Macaúba-DEQ, da Faculdade de Farmácia (FAFAR) e da UFMG em geral para participar de testes sensoriais de aceitação de **BISCOITO TIPO COOKIE DE AMÊNDOA DE MACAÚBA (COQUINHO)**.

Podem participar pessoas que apreciem e tenham o hábito de consumir **COCO E SEUS PRODUTOS** e que não apresentem nenhuma restrição à ingestão de açúcar (sacarose) e/ou intolerância ao glúten (farinha de trigo).

DIAS 03, 04 E 05 DE DEZEMBRO

MANHÃ: DAS 9H ÀS 12H

TARDE: DAS 14H ÀS 17H

LOCAL: Laboratório de Análise Sensorial da FAFAR (sala 3102, 3º andar, Bloco 3).

APÊNDICE B – DOCUMENTOS RELACIONADOS À AUTORIZAÇÃO DO COEP – COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA DA UFMG.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: APROVEITAMENTO DA TORTA RESIDUAL PROVENIENTE DA EXTRAÇÃO DO ÓLEO DA AMÊNDOA DE MACAÚBA PARA PRODUÇÃO DE FARINHA DESTINADA À ALIMENTAÇÃO HUMANA.

Pesquisador: MARIA HELENA CANO DE ANDRADE

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 17160213.6.0000.5149

Instituição Proponente: Faculdade de Engenharia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 434.359

Data da Relatoria: 25/10/2013

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa envolvendo a proposta de métodos para obtenção de uma farinha proveniente do coproduto obtido após extração do óleo da amêndoa do fruto da macaúba que será utilizada em produto de panificação e a avaliação de sua aceitação através de análise sensorial. A Macaúba é uma planta pertencente à família da Palmae, gênero Acrocomia, encontrada em vários pontos no campus da UFMG. O fruto da macaúba é um côco composto por casca, polpa, endocarpo e amêndoa. Segundo o projeto de pesquisa, todas as partes do fruto possuem potencial para utilização industrial: a extração dos óleos da casca, polpa e amêndoa; a utilização das fibras - resíduos da extração - para produção de ração; e a castanha seca, de alto poder calorífico pode ser utilizada como carvão vegetal. Neste trabalho, pretende-se agregar valor ao resíduo da extração da amêndoa, atualmente mais empregado como ração animal, produzindo-se uma farinha com considerável valor nutritivo do fruto (alto teor de fibras, carboidratos e lipídeos), adequada à alimentação humana. A maioria das análises físico-químicas será realizada nos laboratórios do departamento de engenharia química, setor de alimentos da Escola de Engenharia da UFMG, e as análises microbiológicas e a análise sensorial serão realizadas no setor de análises de alimento da Faculdade de Farmácia da UFMG. Para a análise sensorial do produto desenvolvido, propõe-se a participação de um grupo de cerca de 50 pessoas que irá experimentar uma pequena

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SII 2005

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 434.359

porção do produto de panificação utilizando a farinha da torta da amêndoa de macaúba e outra porção do mesmo produto sem a farinha da torta, apenas com a farinha de trigo tradicional, sem que o provador saiba qual deles está experimentando. Em seguida, o sujeito preencherá um questionário.

Objetivo da Pesquisa:

Segundo o proponente, o objetivo geral da pesquisa é propor rota de aproveitamento da torta residual do processo de extração de óleo da amêndoa de macaúba, obtendo-se uma farinha que será empregada em um produto da panificação. Os objetivos específicos são: estabelecer as condições de processamento para obtenção de farinha, estudando parâmetros de índice de granulometria e teor de umidade da amêndoa e da torta, visando à obtenção de um produto com granulometria, valor de umidade e aspectos microbiológicos em acordo com o estabelecido pela ANVISA para farinhas; caracterizar a torta residual, proveniente da prensagem da amêndoa para extração seu óleo, em relação à sua composição centesimal, aspectos físico-químicos e microbiológicos; caracterizar a farinha obtida em relação à sua composição centesimal, aspectos físico-químicos e microbiológicos; desenvolver um produto de panificação utilizando-se a farinha obtida e avaliar sua aceitação através de análise sensorial.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo o proponente:

"Riscos:

A não ser que o provedor seja alérgico a algum ingrediente presente no produto de panificação não há risco algum ao participante.

Benefícios:

O fruto da macaúba é bastante nutritivo, possui fibras entre outros nutrientes importantes para a saúde humana. Desta forma, um produto feito a partir de componentes do fruto pode ser benéfico à saúde."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo proposto apresenta relevância científica e poderá levar à obtenção de alimento nutracêutico de baixo custo que poderá ser inserido na dieta da população das comunidades de baixa renda. Além disso, poderá auxiliar no desenvolvimento de tecnologia de aproveitamento de um resíduo da extração do óleo da polpa do fruto da macaúba e contribuir para o entendimento sobre as características desse produto e as melhores condições para a obtenção da farinha.

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 434.359

Entretanto, é citado no texto o potencial risco alérgico a algum ingrediente presente no produto de panificação. Informa-se, ainda, que "não há exclusão de provedores, todos que concordarem em ser um colaborador do projeto será aceito."

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentos apresentados: folha de rosto devidamente preenchida e assinada pelo Prof. Benjamim Rodrigues de Menezes, Diretor da Escola de Engenharia da UFMG; termo de compromisso citando o cumprimento da Resolução 196/96; projeto de pesquisa inserido na plataforma Brasil e outro arquivo detalhado do projeto; parecer consubstanciado do Departamento de Engenharia Química da Escola de Engenharia da UFMG; TCLE elaborado em primeira pessoa explicando os objetivos e procedimentos da pesquisa, alertando sobre a intolerância à algum ingrediente presente no biscoito que poderia causar sinais alérgicos. Além disso, informa que a privacidade do sujeito será respeitada, e que o consentimento na participação no estudo poderá ser retirado a qualquer momento.

Recomendações:

Vide o TCLE anexado com as revisões necessárias: retirar a logo da Engenharia Química e UFMG

Sobre os riscos de intolerância há componentes do produto de panificação, apresentou estudos prévios AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA PROTEÍNA DE AMÊNDOAS DE BOCAIUVA, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., EM RATOS WISTAR EM CRESCIMENTO e sobre potenciais complicações associadas, informa no TCLE claramente sobre as providências a serem adotadas caso o sujeito venha a apresentar reação alérgica. Informa que os pacientes serão maiores de 15 anos. Sugere-se maiores de 18 caso contrário terá que ser solicitada anuência dos pais.

TCLE: redigido como carta convite em linguagem clara e acessível, informa claramente sobre os possíveis desconfortos e riscos da participação do sujeito, inclui que o participante receberá uma segunda via do documento e acrescentado antes dos dados do COEP que o mesmo poderá ser contatado em casos de dúvidas éticas.

Apresentou anuência do setor de análises de alimentos da Faculdade de Farmácia.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Observadas as recomendações somos pela aprovação do projeto "APROVEITAMENTO DA TORTA RESIDUAL PROVENIENTE DA EXTRAÇÃO DO ÓLEO DA AMÊNDOA DE MACAÚBA PARA PRODUÇÃO DE FARINHA DESTINADA À ALIMENTAÇÃO HUMANA." da pesquisadora MARIA HELENA CANO DE

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad Sl 2005
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 434.359

ANDRADE

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado conforme parecer.

BELO HORIZONTE, 24 de Outubro de 2013

Assinador por:
Maria Teresa Marques Amaral
(Coordenador)

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

Belo Horizonte, 21 de outubro de 2013.

À Senhora

Profª. Dra. Maria Helena Caño de Andrade
Departamento de Engenharia Química da UFMG
Faculdade de Farmácia/UFMG

Senhora Professora,

Venho, por meio deste, informar-lhe que a solicitação de utilização das instalações do Laboratório de Análise Sensorial e Estudos de Consumidor (LASEC), localizado no Departamento de Alimentos (ALM) da Faculdade de Farmácia (FAFAR) da UFMG, encaminhada através do ofício nº 1/2013, do Departamento de Engenharia Química da UFMG em 12/09/2013, para a realização de testes sensoriais de consumidor de biscoito tipo *cookie* pela aluna Ana Luíza Machado Silveira do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFMG, sob sua orientação, em seu Projeto de Mestrado intitulado "Aproveitamento da Torta Residual Proveniente da Extração do Óleo da Amêndoa de Macaúba para Produção de Farinha Destinada à Alimentação Humana", foi apreciada e aprovada na 149ª reunião da Câmara Departamental do ALM, realizada no dia 21/10/2013.

O documento de anuência do ALM, a ser encaminhado para o Comitê de Ética e Pesquisa (COEP) da UFMG, em atendimento à solicitação daquele órgão, encontra-se em anexo.

Colocando-me à disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-me,

Atenciosamente,



Professora Lucia Helena Esteves dos Santos Laboissière

Coordenadora do LASEC/ALM/FAFAR/UFMG

Faculdade de Farmácia da UFMG
Departamento de Alimentos
Laboratório de Análise Sensorial e Estudos de Consumidor – LASEC

O Departamento de Alimentos (ALM) da Faculdade de Farmácia (FAFAR) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) autoriza a utilização do Laboratório de Análise Sensorial e Estudos do Consumidor (LASEC), sob a coordenação da Profa. Dra. Lucia Helena Esteves dos Santos Laboissière, localizado no Setor de Operações Processos e Tecnologia, pela aluna Ana Luíza Machado Silveira do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFMG, sob a orientação da Profa. Dra. Maria Helena Caño de Andrade, para realização de testes sensoriais de consumidor de seu Projeto de Mestrado intitulado “Aproveitamento da Torta Residual Proveniente da Extração do Óleo da Amêndoa de Macaúba para Produção de Farinha Destinada à Alimentação Humana”.

Um dos objetivos deste trabalho consiste na aplicação de testes sensoriais afetivos de um biscoito tipo *cookie*, formulado a partir da amêndoa da macaúba, quanto a atributos específicos de aparência, aroma, sabor, textura e quanto à impressão global, com a finalidade de determinar sua aceitação e sua intenção de compra pelo consumidor. Os objetivos específicos são: (i) investigar a aceitação das diferentes formulações do biscoito tipo *cookie* pelo consumidor, determinando seus Índices de Aceitabilidade; (ii) investigar a intenção de compra das diferentes formulações do biscoito tipo *cookie* pelo consumidor.

Serão recrutados 150 consumidores potenciais (provadores não treinados) do biscoito tipo *cookie*, entre alunos, professores, servidores técnico - administrativos em educação da comunidade da UFMG, de ambos os sexos, maiores de 15 anos, sendo que o recrutamento ocorrerá por meio de convite divulgado na comunidade da UFMG. Serão considerados consumidores potenciais aqueles que tiverem o hábito de consumir *cookies* (incluindo aqueles elaborados com outras frutas ou farinhas) e também de consumir a fruta macaúba, tradicionalmente conhecida como “coquinho” no Estado de Minas Gerais. Serão excluídos aqueles que apresentarem patologias que impeçam o consumo de sacarose, uma vez que os biscoitos tipo *cookie* serão adicionados de açúcar. Os consumidores responderão a um questionário socioeconômico para melhor caracterização de seu perfil, preencherão duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), sendo uma arquivada no LASEC e a outra entregue aos provadores. As amostras serão avaliadas monadicamente (uma de cada vez), sendo as respostas registradas na ficha de avaliação contendo os atributos sensoriais de interesse dentro de cada uma das características sensoriais: aparência, aroma, sabor e textura. Os provadores receberão as instruções adequadas previamente à realização dos testes. Será adotado o delineamento de blocos completos balanceados aleatorizados a fim de minimizar os erros provenientes da ordem de apresentação das amostras aos provadores.

Serão avaliadas três formulações de biscoito tipo *cookie*, sendo estas caracterizadas pelos teores de substituição da farinha de trigo pela torta da amêndoa da macaúba: 0%, 15% e 30%. As três amostras serão servidas à temperatura ambiente, em recipientes descartáveis, brancos, codificados com algarismos aleatórios de três dígitos. Serão empregadas cabines de prova individuais e a avaliação sensorial será realizada sob luz branca para os atributos de aparência, e sob luz vermelha para os atributos de aroma, sabor e textura, a fim de mascarar a influência de atributos de aparência na avaliação dos referidos atributos.

A escala a ser empregada no Teste de Aceitação será a escala hedônica híbrida de 7 (sete) pontos, na qual as extremidades variam de “desgostei extremamente” a “gostei extremamente”, sendo o ponto central neutro, correspondente a “não gostei nem

desgostei". Cada provador deverá indicar o quanto gostou ou desgostou de cada amostra quanto a cada atributo avaliado, registrando ao final a sua impressão global sobre a amostra. A intenção de compra será avaliada através de uma escala híbrida de 5 (cinco) pontos, na qual as extremidades variam de "certamente não compraria" a "certamente compraria", com o ponto central neutro, correspondente a "talvez comprasse, talvez não comprasse". Cada provador deverá indicar a sua intenção de compra referente a cada amostra. Entre uma amostra e outra, o provador será orientado na ficha de avaliação a aguardar no mínimo 30 segundos, sendo oferecido ao mesmo água mineral à temperatura ambiente para a limpeza do palato, visando minimizar a influência de uma avaliação sobre a seguinte.

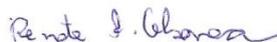
Espera-se que haja uma boa aceitação do biscoito tipo *cookie* frente aos consumidores potenciais em relação ao aroma e sabor de coco comum à amêndoa da macaúba e à sua maciez. Atributos relacionados à aparência, como a cor heterogênea e a textura seca atribuída à fibra da amêndoa da macaúba são prováveis pontos críticos a serem percebidos pelos consumidores, indicando a necessidade de otimização do processo de extração do óleo da amêndoa de macaúba para produção de farinha destinada à alimentação humana e conseqüente adequação das formulações de biscoito do tipo *cookie* elaborados com a torta residual proveniente da referida extração.

Diante do exposto, a aluna Ana Luiza Machado Silveira do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFMG, e sua orientadora Profa. Dra. Maria Helena Caño de Andrade, do Departamento de Engenharia Química da UFMG comprometem-se a seguir as normas de conduta científicas adequadas e os procedimentos experimentais padrão adotados pelo LASEC/ALM/FAFAR/UFMG e as exigências do COEP/UFMG para a realização dos testes sensoriais de consumidor de seu Projeto de Mestrado intitulado "Aproveitamento da Torta Residual Proveniente da Extração do Óleo da Amêndoa de Macaúba para Produção de Farinha Destinada à Alimentação Humana", a fim de garantir que os resultados obtidos sejam válidos, confiáveis e reprodutíveis, zelando pelo nome do LASEC, do ALM e da FAFAR/UFMG.



Profa. Dra. Lucia Helena Esteves dos Santos Laboissière
Coordenadora do LASEC/ALM/FAFAR/UFMG

PROF^a LÚCIA HELENA E. S. LABOISSIÈRE
COORDENADORA



Profa. Dra. Renata Adriana Labanca
Chefe do Departamento de Alimentos/FAFAR/UFMG

Prof^a Renata Adriana Labanca
Chefe do Departamento de Alimentos
Faculdade de Farmácia - UFMG

Aprovado na 149^a Reunião da Câmara Departamental do ALM/FAFAR/UFMG realizada em 21/10/2013.

ANEXOS

ANEXO1 – QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO PARA COLETA DE DADOS NOS TESTES SENSORIAIS DE CONSUMIDOR



LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E
LABORATÓRIO DE ANÁLISE SENSORIAL E ESTUDOS DE CONSUMIDOR
LABORATÓRIO DA MACAÚBA - DEQ

NÚMERO PROVADOR: _____

ESTUDO SOBRE BISCOITO COOKIE A BASE DE AMÊNDOA DE MACAÚBA

Caso tenha concordado em participar deste projeto, por favor, complete o questionário com todas as informações solicitadas, as quais serão mantidas confidenciais. Desde já agradecemos sua colaboração.

Nome:		
Telefone: () ()	E-mail:	

Gênero masculino feminino

Idade 15-25 26-35 36-45 46-55 56-65 ≥ 66 anos

Escolaridade

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Ensino Fundamental incompleto | <input type="checkbox"/> Superior incompleto |
| <input type="checkbox"/> Ensino Fundamental completo | <input type="checkbox"/> Superior completo |
| <input type="checkbox"/> Ensino Médio incompleto | <input type="checkbox"/> Pós-graduação: Especialização |
| <input type="checkbox"/> Ensino Médio completo | <input type="checkbox"/> Pós-graduação: Mestrado/Doutorado |

Profissão:

Renda familiar mensal

- 01 a 05 salários mínimos
 06 a 10 salários mínimos
 11 a 20 salários mínimos
 21 a 30 salários mínimos
 > 30 salários mínimos

Você está fazendo uso de algum medicamento?

- sim não Qual (is)?

Você está seguindo alguma dieta especial?

- sim não Qual?

Você tem alguma restrição de saúde (diabetes, intolerância ao glúten, alergias, etc.) que impossibilite ou torne não recomendado o consumo de biscoito tipo *cookie* a base de amêndoa de macaúba (coquinho)?

sim não Qual (is)?

Assinale abaixo os momentos do dia que você associa ao consumo de biscoitos tipo *cookie*. (Obs: você pode marcar quantas opções quiser)

café da manhã lanche da manhã almoço
 lanche da tarde jantar lanche da noite
 outros: _____

Com que frequência você consome biscoitos tipo *cookie*?

diariamente frequentemente eventualmente raramente nunca

Qual é a sua preferência de consumo de biscoito tipo *cookie*? (Obs: você pode marcar quantas opções quiser)

Integral Sem glúten Com chocolate Sem chocolate Light Diet Com frutas desidratadas

Quem compra biscoito tipo *cookie* na sua casa?

você mesmo outros Quem?

Com que frequência você observa a embalagem e /ou rótulo dos biscoitos tipo *cookie* que consome?

sempre frequentemente às vezes raramente nunca

O que você costuma observar e/ou procurar na embalagem e/ou no rótulo dos biscoitos tipo *cookie* que consome? (Obs: você pode marcar quantas opções quiser)

marca alegações de propriedades funcionais
 data de fabricação preço
 tabela de informação nutricional informações sobre a composição (ingredientes)
 informações sobre a denominação/tipo de *cookie* informações sobre conservadores (aditivos)
 alegações de benefícios à saúde informações sobre a tecnologia de fabricação
 prazo de validade informações sobre o armazenamento do produto
 informações sobre o fabricante outras: _____

ANEXO 2 – FICHA DE AVALIAÇÃO DOS TESTES DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA DO BISCOITO TIPO *COOKIE* DE AMÊNDOA DE MACAÚBA.

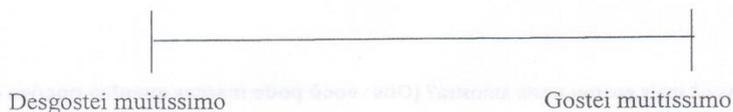


LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E
LABORATÓRIO DE ANÁLISE SENSORIAL E ESTUDOS DE CONSUMIDOR
LABORATÓRIO DA MACAÚBA - DEQ

Ficha de Avaliação do Teste de Aceitação e Intenção de Compra

Amostra:	Provedor:
Nome:	Data:

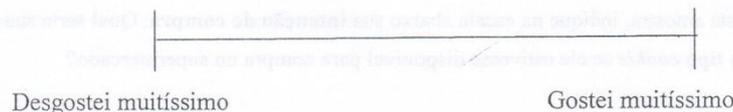
Você está recebendo uma amostra de **biscoito tipo *cookie***. Por favor, **observe-a primeiro sem prová-la**. Em seguida, marque na escala abaixo **com um traço vertical em qualquer ponto da reta**, indicando a posição que melhor representa sua resposta, o quanto você gostou do produto em relação à **aparência**.



Você está recebendo uma amostra de **biscoito tipo *cookie***. Por favor, **cheire-a, sem prová-la**. Em seguida, marque na escala abaixo **com um traço vertical em qualquer ponto da reta**, indicando a posição que melhor representa sua resposta, o quanto você gostou do produto em relação ao **odor**.



Você está recebendo uma amostra de **biscoito tipo *cookie***. Por favor, **coloque um pedaço na boca e prove-o**. Em seguida, marque na escala abaixo **com um traço vertical em qualquer ponto da reta**, indicando a posição que melhor representa sua resposta, o quanto você gostou ou desgostou do produto em relação ao **sabor**.



Você está recebendo uma amostra de **biscoito tipo *cookie***. Por favor, **coloque um pedaço na boca e prove-o**. Em seguida, marque na escala abaixo **com um traço vertical em qualquer ponto da reta**, indicando a posição que melhor representa sua resposta, o quanto você gostou ou desgostou do produto em relação à **textura**.

Desgostei muitíssimo

Gostei muitíssimo

Com base em seu grau de satisfação em relação a esta amostra, marque na escala abaixo **com um traço vertical em qualquer ponto da reta**, indicando a posição que melhor representa sua resposta, o quanto você gostou ou desgostou do produto em relação à **impressão global (aparência, odor, sabor e textura considerados juntos)**.

Desgostei muitíssimo

Gostei muitíssimo

Agora, por favor, responda:

Quais características sensoriais você mais **gostou** nesta amostra? (Obs: você pode marcar quantas opções quiser).

Aparência

Odor

Sabor

Textura

Por quê?

Quais características sensoriais você mais **desgostou** nesta amostra? (Obs: você pode marcar quantas opções quiser).

Aparência

Odor

Sabor

Textura

Por quê?

Com base em sua opinião sobre esta amostra, indique na escala abaixo sua **intenção de compra**. Qual seria sua atitude de compra em relação a este **biscoito tipo cookie** se ele estivesse disponível para compra no supermercado?

Certamente não
compraria

Possivelmente não
compraria

Talvez comprasse, talvez
não comprasse

Possivelmente
compraria

Certamente
compraria

Por quê?

ANEXO 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO– TCLE.



LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E
LABORATÓRIO DE ANÁLISE SENSORIAL E ESTUDOS DE CONSUMIDOR
LABORATÓRIO DA MACAÚBA - DEQ

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PESQUISAS COM SERES HUMANOS ESTUDO SENSORIAL DE BISCOITO *COOKIE* TIPO AMERICANO ELABORADO COM A AMÊNDOA DA MACAÚBA

Orientadora: Profa. Dra. Maria Helena Caño de Andrade (DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA/FACULDADE DE ENGENHARIA/UFMG)

Colaboradora: Profa. Dra. Lucia Helena Esteves dos Santos Laboissière (DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS/FACULDADE DE FARMÁCIA/UFMG)

Aluna de Pós-Graduação (Mestrado): Ana Luíza Machado Silveira (Pós-Graduação em Engenharia Química DEQ/UFMG)

O objetivo deste trabalho é conhecer a opinião do consumidor sobre um biscoito *cookie tipo americano* elaborado com a amêndoa de um fruto típico do cerrado brasileiro, a macaúba (conhecida em Minas Gerais como coquinho), fonte de fibra alimentar, e rico em proteína e óleo. Você será solicitado a responder a um questionário e fichas de avaliação e a avaliar três amostras de biscoito *cookie* de amêndoa de macaúba, que possui sabor semelhante ao coco.

Você poderá desistir de participar a qualquer momento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo ou penalização, sem necessidade de justificativa, devendo, no entanto, comunicar sua desistência à equipe responsável pela pesquisa.

Todos os dados fornecidos são considerados confidenciais, sendo totalmente garantido o sigilo das informações e a sua privacidade.

A SUA PARTICIPAÇÃO NO PROJETO TEM CARÁTER VOLUNTÁRIO E NÃO LHE TRARÁ NENHUM TIPO DE ÔNUS OU REMUNERAÇÃO.

Desde já agradecemos sua valiosa colaboração.

Assinatura do responsável: _____

Assinatura do responsável: _____

Profa. Dra. Maria Helena Caño de Andrade: (31) 3409-3614

Profa. Dra. Lúcia Helena Esteves dos Santos Laboissière Fones: (31) 3409-6923

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP/UFMG): Avenida Antônio Carlos, 6627 Unidade Administrativa II 2º andar, sala 2005 / Campus Pampulha 31270-901 / Belo Horizonte, MG - Brasil

Telefax: (31) 3499-4592/4027

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Compreendi e concordo com as informações que me foram transmitidas e, portanto, aceito participar como voluntário neste projeto de pesquisa. Declaro, ainda, que recebi cópia do presente termo de compromisso.

Belo Horizonte, ____ de dezembro de 2013.

Nome: _____

Assinatura: _____

Telefone de contato: _____

E-mail: _____

ANEXO 4 – RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA TORTA DA AMÊNDOA DA MACAÚBA.

 <small>Fundação Centro Tecnológico do Minas Gerais</small>		SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL CETEC SENAI <small>Av. José Cândido da Silveira, 2000 - Horto 31035-536 - Belo Horizonte - MG - Brasil Telefone: (31) 3489-2144 - Fax: (31) 3489-2191 e-mail: cetecsenai@fiemg.com.br – www.fiemg.com.br</small>	Gerência de P&D em Biotecnologia
<h3 style="margin: 0;">Certificado de Ensaio Nº 810997</h3>			Folha 2/2

1 Identificação

Laboratório	Amostra
61348/1300	Torta de Amêndoa de Macaúba Prensada em 19/06/13; Viçosa – MG Temperatura Ambiente; Peso: 02 pacotes de 340g.

2 Resultados

2.1 Ensaio microbiológicos

Parâmetro(s) / unidade(s)	Amostra Id.lab
	61348/1300
Coliformes totais; NMP/g	23
<i>Escherichia coli</i> ; NMP/g	<3,0
<i>Salmonella</i> sp em 25 g	ausência
Bolores e leveduras; UFC/g	2,3x10 ¹
<i>Bacillus cereus</i> ; UFC/g	<10 ²

2.2 Ensaio físico-químicos

Parâmetro(s) / unidade(s)	Amostra Id.lab
	61348/1300
Umidade a 105 ^o C; g/100 g	6,32
Proteínas; g/100g	17,73
Lipídeos; g/100g	47,35
Resíduo Mineral Fixo; g/100g	2,71
Carboidratos;g/100g	25,89
Fibra;g/100g	41,48
VCT;kcal/100g	600,63

3 Observação

Parâmetros analisados por solicitação do cliente.



ANEXO 5 – RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DA TORTA DA AMÊNDOA DA MACAÚBA.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI – UFSJ
INSTITUÍDA PELA LEI Nº.10.425 DE 19/04/2002 – D.O.U. DE 22/04/2002
CAMPUS CENTRO-OESTE DONA LINDU

Divinópolis, 27 de agosto de 2013

Análises microbiológicas- Bolors e leveduras e Coliformes fecais

Realizadas no laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de São João Del- Rei/ Campus Centro Oeste Dona Lindu

Juliana Teixeira de Magalhães - Professora Adjunta de Microbiologia

Jéssica Tauany Andrade - Graduada em Bioquímica (aluna de IC)

	Bolors e leveduras (UFC/g)	Coliformes fecais (NMP/g)
Amostra		
Farinha	2 000	<3

**ANEXO 6 – RESULTADO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS BISCOITOS
TIPO COOKIE ELABORADOS COM FARINHA PROVENIENTE DA TORTA DA
AMÊNDOA DA MACAÚBA.**

	SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL Unidade CETEC SENAI Av. José Cândido da Silveira, 2000 - Horto 31035-536 - Belo Horizonte - MG - Brasil Telefone: (31) 3489-2144 - Fax: (31) 3489-2191 e-mail: senaicetec@fiemg.com.br - www.fiemg.com.br	Gerência de P&D em Biotecnologia
	Certificado de Ensaio N° 811318	

1 Identificação

Laboratório	Cliente	Data /hora da coleta
61860/2979	Cookies com 0% de farinha de amêndoa de macaúba - Fabricação 04/12/13 - peso 111,5g	17/12/13
61860/2980	Cookies com 30% de farinha de amêndoa de macaúba - Fabricação 12/12/13 - peso 236,2g	17/12/13
61860/2981	Cookies com 60% de farinha de amêndoa de macaúba - Fabricação 04/12/13 - peso 92,2g	17/12/13

2 Resultados

2.1 Ensaio físico-químicos

Parâmetros / unidades	Amostra Id.lab	Amostra Id.lab	Amostra Id.lab	Método de ensaio	Padrão de referência
	61860/2979	61860/2980	61860/2981		
Umidade a 105° C; g/100g	9,51	10,34	7,41	IAL 2008 Método 12	-
Resíduo Mineral Fixo; g/100g	2,32	2,52	2,97	IAL 2008 Método 18	-
Proteínas Totais; g/100g	6,72	6,93	10,27	IAL 2008 Método 37	-
Lipídios (Extrato Etéreo); g/100g	4,88	10,07	13,81	IAL 2008 Método 32	-
Fibra; g/100g	2,90	4,58	9,28	IAL 2008 Método 44	-
Carboidratos por diferença; g/100g	76,57	70,14	65,54	Tabela TACO 2011	-
Valor calórico total; Kcal/100g	377,08	398,91	427,53	Tabela TACO 2011	-
Sódio; mg/g	5,28	4,07	4,71	FAAS	-





SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL
Unidade CETEC SENAI

Av. José Cândido da Silveira, 2000 - Horto
31035-536 - Belo Horizonte - MG - Brasil
Telefone: (31) 3489-2144 - Fax: (31) 3489-2191
e-mail: senaicetec@fiemg.com.br - www.fiemg.com.br

Gerência de
Pesquisa e
Desenvolvimento
em Química

Certificado de Ensaios Nº 633053

Folha
2/2

1 Resultados

Identificação das amostras		Resultado / Na
Id. Laboratório	Id. Cliente	
77632/210	Biscoito Cookie (0%) - 61860/2979	5,28 mg/g
77632/211	Biscoito Cookie (30%) - 61860/2980	4,07 mg/g
77632/212	Biscoito Cookie (60%) - 61860/2981	4,71 mg/g

2 Características dos instrumentos utilizados no ensaio

2.1 Espectrômetro de absorção atômica com chama, marca Perkin Elmer, modelo AAnalyst 400 (STQ 220.00)

3 Técnicos

3.1 Isaias Gomes da Silva - CRQ/MG 02400388

4 Observações

4.1 Resultados expressos como "<(valor)" referem-se aos limites de quantificação dos métodos.

