

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE FARMÁCIA

ALINE CRISTINA PINHEIRO AMORIM DE MELO

CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE BIOMASSA DE BANANA VERDE E
FARINHA DE SORGO NA PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE
BANANADAS

Belo Horizonte
2019

ALINE CRISTINA PINHEIRO AMORIM DE MELO

CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE BIOMASSA DE BANANA VERDE E
FARINHA DE SORGO NA PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE
BANANADAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do grau de Doutora em Ciências de Alimentos

Orientador: Doutor Roberto Gonçalves Junqueira

Coorientadora: Doutora Maria Aparecida Vieira Teixeira Garcia

Belo Horizonte
2019

Doutoranda: Aline Cristina Pinheiro Amorim de Melo

Orientador: Roberto Gonçalves Junqueira

Co-Orientadora: Maria Aparecida Vieira Teixeira Garcia

Colaboradora: Lúcia Helena Esteves dos Santos Laboissière

Colaboradora: Ana Paula de Carvalho Teixeira

Colaboradora: Valéria Aparecida Vieira Queiroz

Linha de Pesquisa PPGCA:

QA – Qualidade de Alimentos

Áreas de conhecimento (CNPq/CAPES):

5.00.00.00-4 CIÊNCIAS AGRÁRIAS

5.07.00.00-6 CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

5.07.01.00-2 Ciência de Alimentos

5.07.01.06-1 Avaliação e Controle de Qualidade de Alimentos

1.06.04.00-6 Química analítica

Instituições e laboratórios participantes:

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Milho e Sorgo.

Grupo de tecnologias ambientais (GRUTAM), Departamento De Química, UFMG.

Laboratório de Bromatologia, Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia UFMG.

Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LABTAL), Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia UFMG.

Laboratório de Análise Sensorial e Estudos com Consumidor (LASEC), Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia UFMG.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, seu filho Jesus Cristo e Nossa Senhora de Lourdes. Dedico este trabalho à Sagrada Família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, a Jesus Cristo e a Nossa Aparecida, Padroeira do Brasil e de Luján, Padroeira da Argentina pela graça recebida. Gratidão!

Agradeço minha família, ao meu marido, Rodrigo Carlos de Melo e ao meu filho Pedro Antônio Pinheiro de Melo pela força, compreensão, amor e apoio em todos os momentos, principalmente nos momentos difíceis. Amo muito vocês. Gratidão!

Agradeço a minha mãe e ao meu padrasto pelo apoio, amor e incentivo. Gratidão!

Agradeço ao meu pai e minha a madrasta pelo apoio nas horas difíceis. Gratidão!

Agradeço a minha Família Pinheiro (meus avôs, todos os tios e primos), minha Família Amorim (meus avôs, todos os tios e primos) e minha Família De Melo (avôs, todos os tios e primos) pelo amor, apoio e incentivo. Gratidão!

Agradeço aos meus irmãos: Júnior (*in memoria*) João Victor, Karol, Guilherme, Wlad, Mari, Paulo Henrique, Bethânia, Márcio, Erica, Cassilaine, Rodrigo Mendes, Luiz Paulo, Laura, Luiza, Melissa e Carlos Fábio pelas palavras de apoio, força e incentivo quando eu estava quase desistindo. Gratidão!

Agradeço aos meus afilhados e sobrinhos pelo amor e carinho compartilhado: João Victor, João Gabriel, Luísa, Bernardo, Lucas, Victor, Valentina, Júlia, Clara e Otávio. Gratidão!

Agradeço ao meu padrasto Rodrigo e aos funcionários da Frutabella pelo apoio e força para realização deste trabalho. Agradeço a Embrapa Milho e Sorgo de Sete Lagoas pela doação do sorgo utilizados nos experimentos, em especial a Valéria pelas correções. Gratidão!

Agradeço as minhas amigas irmãs que estiveram comigo juntas nesta jornada: Cintia, Natália, Thayana, Edna, Tatiana, Raquel, Regiane, Vivi, Flávia, Marisa, Maru, Karol Procópio, Vivi (BH-Check up), Carol Vilaça, Vanda, Luciana Martins, Camila, Livia Guimarães e Maitê. As bonitinhas da turma número 4 de Nutrição da UFMG, em especial a Gabi, Mari Fonseca, Mari Carvalho e Marcela. Gratidão!

Ao professor Dr. Roberto Gonçalves Junqueira pela orientação, apoio, ajuda e dedicação elevada na execução desta tese. Gratidão!

À professor Dra. Maria Aparecida Vieira Teixeira Garcia pela co-orientação, apoio e ajuda na execução deste trabalho. Gratidão!

Agradeço às professoras Inayara, Camila, Cida, Raquel Linhares e a comissão avaliadora pela contribuição para aprimorar minha tese por meio da leitura e correções. Gratidão!

Aos professores das Faculdades Kennedy e Promove e aos amigos da Clínica BH-Check Up Médico pelo apoio e força para enfrentar os momentos difíceis. Gratidão!

Agradeço ao Dr. Antônio José Guimarães Viegas pelo e acompanhamento constante. Gratidão!

Aos funcionários e estagiários do Departamento de Alimentos, em especial Marcão, Paula, Ronália, Kézia, e Thais Monteiro pela ajuda constante.

EPÍGRAFE

*Tens Fé? Tem-na em ti mesmo,
diante de Deus – Paulo. (Romanos
14:22)*

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura 1- Detalhamento das partes componentes do fruto da bananeira.....	14
Figura 2 - Partes do sistema radicular de uma planta de sorgo.....	16
Figura 3 - Fluxograma geral do processamento de doce em massa.....	19

CAPÍTULO I

Figura 1- Teor de amido resistente (g / 100 g) em função do tempo de processamento térmico da biomassa de banana verde (BBV) por 12 min (BBV-A), 14 min (BBV-B), 16 min (BBV-C), 18 min (BBV-D) e 20 min (BBV-E) em comparação com bananas verdes (BVH)	39
Figura 2- Espectro Raman de biomassa de banana verde com 12 min de processamento térmico (BBV12) e banana verde in natura.	43
Figura 3- Espectros de FTIR da biomassa de banana verde com 12 min de processamento térmico (BBV12) e banana verde não processada.....	44
Figura 4- Curvas termogravimétricas da biomassa de banana verde com 12 min de processamento térmico (BBV12) e banana verde não processada...	45

CAPÍTULO II

Figura 1- Frequência de consumo de doces dos provadores dos testes sensoriais.....	62
Figura 2- Frequência de consumo de doces de frutas dos provadores dos testes sensoriais	62
Figura 3-- Frequência de consumo de bananadas dos provadores dos testes sensoriais.....	63
Figura 4- Horário habitual de consumo de doce dos provadores dos testes sensoriais.	64
Figura 5- Tipo de doce preferido pelos provadores dos testes sensoriais....	64
Figura 6- Alimentos fontes de AR citados pelos provadores dos testes sensoriais.....	65
Figura 7 – Frequência de observação dos dizeres de rotulagem pelos provadores dos testes sensoriais.	65
Figura 8 - Itens observados mais frequentemente na aquisição de doces de banana pelos provadores dos testes sensoriais.....	66
Figura 9 – Comparação das médias da amostra Padrão nos três testes sensoriais.	68
Figura 10 – Comparação das médias da amostra 100%BBV nos três testes sensoriais.	69
Figura 11 – Comparação das médias das amostras 75%BBV e 50%BBV/FS nos três testes sensoriais.....	70
Figura 12 – Comparação das médias das amostras 75%FS e 100%FS nos três testes sensoriais	71
FIGURA 13 – Análise de correspondência para os descritores do CATA utilizados na avaliação das seis amostras de bananada quanto à Aparência..	72

FIGURA 14 – Análise de correspondência para os descritores do CATA utilizados na avaliação das seis amostras de bananada quanto ao Aroma.....	73
FIGURA 15 – Análise de correspondência para os descritores do CATA utilizados na avaliação das seis amostras de bananada quanto a Textura.....	74
FIGURA 16 – Análise de correspondência para os descritores do CATA utilizados na avaliação das seis amostras de bananada quanto ao Sabor.....	75
FIGURA 17 – Comparação das médias das notas de saudabilidade no teste informado.....	76
FIGURA 18 – Percentual de provadores com disposição a pagar pelas formulações no teste informado.....	77

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

Tabela 1 - Composição química da banana verde e biomassa de banana verde com 12 min de processamento térmico (BBV12)	40
Tabela 2 - Características Físico-química da BV e da BBV com 12 min de processamento térmico (BBV12).....	41

CAPITULO II

Tabela 1 – Proporção de ingredientes usados na formulação.....	57
Tabela 2 - Caracterização sócia demográfica dos participantes dos testes de sensoriais de bananada.	61
Tabela 3 – Aceitação no teste cego das seis amostras de bananada.....	67

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Amido Resistente e Fontes Alimentares	10
2.2 Banana (<i>Musa Cavendish</i>)	12
2.2.1 Banana Verde	14
2.2.2 Biomassa de Banana Verde.....	15
2.3 Sorgo	15
2.3.1 Farinha de Sorgo	18
2.4 Bananada	18
2.5 Análise Sensorial	19
3 REFERÊNCIAS.....	23
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICAS DA BIOMASSA DE BANANA VERDE	31
RESUMO.....	32
ABSTRACT	33
1 INTRODUÇÃO	34
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
2.1 Amostras.....	35
2.2 Desenvolvimento da BBV	36
2.3 Determinação do conteúdo do AR.....	36
2.4 Caracterização física e química do BBV.....	37
2.5 Textura.....	37
2.6 Propriedades ópticas	37
2.7 Espectroscopia Raman.....	38
2.8 Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)	38
2.9 Análise termogravimétrica	38
2.10 Análise estatística	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
3.1 Efeito do tempo de processamento no teor de amido resistente.	39
3.2 Propriedades físicas e químicas	40
3.3 Textura.....	42
3.4 Propriedades ópticas	42
3.5 Espectroscopia Raman.....	43
3.6 Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)	44
3.7 Análise termogravimétrica	45

4 CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	47
PRODUÇÃO DE BANANADAS COM ADIÇÃO DE BIOMASSA DE BANANA VERDE E FARINHA DE SORGO E AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	52
RESUMO.....	53
ABSTRACT	54
1. INTRODUÇÃO	55
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	56
2.1 Material e grupo humano	56
2.2 Métodos	58
2.2.1 Avaliação da Aceitação e da Expectativa.....	58
2.2.2 CATA.....	59
2.2.3 Saudabilidade e <i>Willingness To Pay</i>	60
3. RESULTADO E DISCUSSÃO	60
3.1 Caracterização dos provadores	60
3.2 Testes de aceitação.....	66
3.3 CATA	72
3.4 Saudabilidade e <i>Willingness To Pay</i>	75
4.CONCLUSÃO.....	78
REFERÊNCIAS.....	80

RESUMO

Embora o sabor seja considerado um forte fator que influencia as escolhas alimentares, os consumidores estão cada vez mais preocupados com opções mais saudáveis de produtos alimentícios. Em geral, eles consideram não apenas calorias, mas também informações sobre saúde como um parâmetro importante para a escolha de alimentos. Com o intuito de atender esta demanda foram produzidas bananadas adicionadas de ingredientes que contém amido resistente (AR). Os ingredientes adicionados às bananadas foram à biomassa da banana verde e de farinha de sorgo ricos nesse componente. O objetivo principal desta tese foi caracterizar a biomassa de banana verde e farinha de sorgo na produção e avaliação sensorial de bananadas. Para a obtenção da biomassa da banana verde, foi investigado o tempo do processamento térmico para a extração da biomassa com a máxima retenção do AR. Os resultados demonstraram que o tempo de 12 minutos à temperatura de 121°C é a condição ideal de processamento da banana verde para a máxima retenção do AR, inferior a 20 minutos, como é preconizado na literatura, que reduz drasticamente o teor de AR da biomassa da banana verde. As formulações desenvolvidas foram testadas sensorialmente. Foram aplicados para 120 provadores em 2 sessões os testes de aceitação cego e informado, além do teste descritivo de CATA, saudabilidade e *Willingness to Pay* (WTP). Na avaliação por descritores, 23 dos 29 termos originalmente empregados foram selecionados após o teste Q de *Cochran*. No teste de aceitação, as amostras apresentaram um bom desempenho, uma vez que todas apresentaram notas na área de aceitação.

Palavras Chaves: Biomassa de Banana Verde. Sorgo. Amido Resistente. Análise Sensorial.

ABSTRACT

Although flavor is considered a strong factor influencing food choices, consumers are increasingly concerned about healthier food choices. In general, they consider not only calories but also health information as an important parameter for choosing foods. In order to meet this demand, bananas were produced with ingredients containing starch resistant (RS). The ingredients added to the banana were biomass of green banana and sorghum flour rich in this component. The main objective of this thesis was to characterize the biomass of green banana and sorghum flour in the production and sensory evaluation of banana plants. To obtain biomass of the green banana, the thermal processing time for the biomass extraction with the maximum retention of the RA was investigated. The results demonstrated that the time of 12 minutes at 121 ° C is the ideal processing condition of the green banana for the maximum RA retention, less than 20 minutes, as recommended in the literature, which drastically reduces the RA content of biomass of the green banana. The formulations developed were sensorially tested. The blind and informed acceptance tests were applied to 120 testers in 2 sessions, in addition to the CATA, Healthiness and Willingness to Pay (WTP) descriptive test. In the evaluation by descriptors, 23 of the 29 terms originally employed were selected after the Cochran Q test. In the acceptance test, the samples presented a good performance, since all presented notes in the area of acceptance.

Key Words: Green Banana Biomass. Sorghum. Resistant Starch. Sensory Analysis.

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos aliada à pesquisa científica nas universidades pode desempenhar um papel significativo na redução da obesidade que atualmente tem atingido níveis alarmantes, tanto nos países desenvolvidos, quanto nos países em desenvolvimento. Uma das maneiras é investir em pesquisas que visam reduzir a gordura, açúcar e sal nos alimentos processados; garantir que as escolhas saudáveis e nutritivas estarão disponíveis e acessíveis a todos os consumidores, e praticar *marketing* responsável (BRASIL, 2014).

As escolhas alimentares são importantes na manutenção de um estilo de vida saudável. De fato, os últimos *Guidelines Dietary for Americans* descrevem que o estilo de vida e as escolhas alimentares podem ajudar a população a diminuir o risco de doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, câncer e diabetes e ajudam a manter um peso corporal saudável (ESCHENBACH, 2006).

Devido a maior tendência a adoção de hábitos alimentares saudáveis vários estudos tem investido no desenvolvimento de alimentos com propriedades nutricionais e que tragam saúde para o consumidor (E-MENACHO et al., 2008; KHAN et al., 2013; BUDDRICK, et al., 2015; KAHRAMAN, KOKSEL, PERRY, 2015; TEIXEIRA, 2016; ADSARE et al. 2016).

Dentre os componentes com características de funcionalidade pode-se destacar a dextrina resistente ou amido resistente (AR) (ENGLYST et al., 1992). O AR é um componente natural encontrado em alimentos como o sorgo (KHAN et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2016), a batata crua e a banana verde (PEREIRA, 2007; WANG et al., 2014).

Estudos já demonstraram o benefício da ingestão do AR na redução da incidência do câncer de colón (LIU, XU, 2008), na redução dos níveis de colesterol total (BRITES et al., 2011; KIM et al. 2003), no aumento da saciedade (WILLIS et al., 2009) e na influência da tolerância oral à glicose (CARDENETTE, 2006).

Tendo em vista o exposto, a hipótese deste trabalho é de que a banana verde, na forma de biomassa de banana, e o sorgo, na forma de farinha, podem ser utilizados para o desenvolvimento de produtos com características nutricionais balanceadas, menor índice glicêmico e elevada aceitação. Para isso foram desenvolvidas a partir da banana verde, diferentes biomassas que tiveram seus parâmetros físico-químicos estudados. Também foi utilizada como fonte de AR a

farinha de sorgo (FS) (BR310). Após obtenção dos resultados foi utilizada a biomassa com maior teor de AR e a FS BR310 para desenvolvimento de sobremesas e posterior avaliação sensorial.

Portanto, o objetivo principal desta tese foi caracterizar a biomassa de banana verde (BBV) e farinha de sorgo (FS) na produção e avaliação sensorial de bananadas.

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Estudar o efeito do tempo de processamento na elaboração das BBV;
- Determinar o teor de AR nas bananadas e na Banana Verde
- Caracterizar físico-quimicamente a BBV elaborada que apresentar o maior teor de AR;
- Formular as bananadas com diferentes quantidades de FS e de BBV;
- Avaliar sensorialmente as bananadas elaboradas.

A apresentação deste trabalho foi estruturada da seguinte forma: revisão bibliográfica sobre os temas pertinentes a este estudo e dois capítulos: Capítulo I refere-se à caracterização e o estudo do tempo de processamento na elaboração das BBV; Capítulo II refere-se à avaliação sensorial de bananadas elaboradas com BBV e FS.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Amido Resistente e Fontes Alimentares

Devido à mudança constante nos hábitos alimentares e à exigência dos consumidores por alimentos mais nutritivos, vários pesquisadores trabalham no desenvolvimento de novos produtos e ingredientes nutricionalmente balanceados (PAUCAR-MENACHO et al., 2008; EMPKA et al., 2008; MARETI et al., 2010; KHAN et al., 2013; BUDDRICK, et al., 2015; KAHRAMAN, KOKSEL, PERRY, 2015; TEIXEIRA, 2016).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os alimentos que possuem alegação de propriedades funcionais são aqueles que apresentam em sua formulação algum nutriente que comprovadamente exerça papel de funcionalidade no organismo. Os nutrientes aprovados pela ANVISA como funcionais mais conhecidos são: ômega 3, carotenóides, luteína, zeaxantina, fibras alimentares, beta glucana (fibra alimentar), inulina, polidextrose, quitosana e fitoesteróis, proteína da soja, dextrina resistente (ou AR), probióticos e prebióticos (BRASIL, 2008).

Dentre os componentes com características de funcionalidade pode-se destacar a dextrina resistente ou amido resistente (AR). No organismo humano o amido é classificado de acordo com seu nível de absorção. Este polissacarídeo pode ser dividido em três categorias, de acordo com a razão da resistência à digestão: amido rapidamente digestível, amido lentamente digestível e AR (ENGLYST et al., 1992).

O AR é um componente natural encontrado em alimentos como o sorgo (KHAN et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2016), a batata crua e a banana verde (PEREIRA, 2007; WANG et al., 2014).

A estrutura química do grânulo de amido é composta por várias moléculas de glicose ligadas quimicamente por ligações α -D- (1 \rightarrow 4) e α -D- (1 \rightarrow 6). Este polissacarídeo apresenta dois componentes principais, a amilose e a amilopectina. A amilose é um polímero linear em que os resíduos de glicose são unidos por ligações α -D- (1 \rightarrow 4) e constitui de 15% a 20% do amido. A amilose tem um grau de polimerização de até 6000, e tem uma massa molecular de 105 a 106 g/mol. As cadeias podem facilmente formar hélices simples ou duplas. A amilopectina é uma

molécula maior e ramificada com α -D- (1 \rightarrow 4) e α -D- (1 \rightarrow 6) e é um dos principais componentes do amido, correspondendo de 80,0% a 85,0% deste polissacarídeo (SAJILATA et al., 2006).

Com relação à acessibilidade de digestão e absorção, os grânulos de AR podem ser devidos em três tipos. O AR₁ é o amido aprisionado fisicamente em grãos moídos ou parcialmente moídos. O AR₂ refere-se à forma granular nativa, subdivididos nos tipos: A, B ou C (Figura 1). Os polimorfos cristalinos do tipo A referem-se às cadeias externas curtas das moléculas de amilopectina de cereais (< 20 monossacarídeos de glicose). As cadeias externas maiores de amilopectina presentes em tubérculos (> 22 monossacarídeos de glicose) beneficiam a formação de polimorfos do tipo B, encontrados na banana, em alimentos processados e em amidos ricos em amilose. O polimorfo tipo C é um intermediário entre os tipos A e B, estando presentes em leguminosas (feijão e ervilha) e sementes. Os polimorfos dos tipos B e C tendem a ser mais resistentes à digestão enzimática. Por fim, o amido que sofreu retrogradação ou amido quimicamente modificado, formando uma estrutura parcialmente resistente é conhecido com AR₃ (ENGLYST et al., 1992).

O AR no trato gastrointestinal é fermentado pelas bactérias benéficas com produção de Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC), fato que desperta o interesse nos pesquisadores devido ao seu potencial prebiótico (NUGENT, 2005).

Estudos demonstraram o benefício da ingestão do AR na redução da incidência do câncer de colón (LIU, XU, 2008), na redução dos níveis de colesterol total (KIM et al. 2003; BRITES et al., 2011), no aumento da saciedade (WILLIS et al., 2009) e na influência da tolerância oral à glicose (CARDENETTE, 2006).

Zi-Ni e colaboradores (2015) estudaram o potencial prebiótico do AR do sagu. Os resultados sugeriram que a AR isolado do sagu tem as características parciais prebióticas e indica como futuros estudos a avaliação de sua utilização como um material prebiótico.

O grande interesse relacionado ao benefício a saúde do AR tem levado os pesquisadores a desenvolver maneiras de aumentar o conteúdo desse componente na dieta da população.

O uso de óleo de palma no aumento do teor de AR durante a fermentação de pães foi um estudo realizado por Buddrick e colaboradores (2015). A formação de AR em produtos de pão integral foi avaliada em relação às condições de processamento, incluindo o tempo de fermentação, a temperatura e a inclusão de óleo

de palma como uma fonte de vitaminas. Os resultados revelaram que o teor de óleo de palma utilizado teve um efeito significativo na formação de AR em todos os pães, enquanto que o tempo de fermentação e a temperatura não tiveram impacto significativo.

Com a finalidade de aumentar o conteúdo de AR na dieta, Severo e colaboradores (2010) estudaram a influência da proporção enzima/substrato, tempo, diâmetro de partícula, pH e temperatura da modificação enzimática da farinha de arroz, utilizando as enzimas lipase pancreática e amiloglicosidase na produção de AR. Os resultados demonstraram que a hidrólise enzimática empregando tanto lipase pancreática quanto amiloglicosidase produziu um aumento significativo no conteúdo de AR da amostra farinha de arroz (Amitec 100), atingindo 5,36 vezes de acréscimo.

Com o intuito de analisar as estruturas dos diferentes polimorfos de AR, observa-se uma crescente utilização de espectroscopia Raman, aplicação de espectros de infravermelho (WANG et al., 2014) e utilização de análises termogravimétricas (TEIXEIRA, 2016) .

A espectroscopia Raman vem sendo aplicada em diversas áreas do conhecimento e observa-se seu crescente interesse na área de ciências de alimentos (BOYACI et al., 2015), uma vez que seus picos podem ser relacionados com a química específica dos grupos funcionais dos alimentos (SCUDIERO, MORRIS, 2010). Segundo LI e CHURCH, (2014) a espectroscopia Raman tem um grande potencial em aplicações como monitoramento e controle de qualidade dos alimentos, na segurança alimentar e no processamento industrial de alimentos.

2.2 Banana (*Musa Cavendish*)

A designação Musa provém do nome árabe da 'bananeira mauwz' ou 'mouz', sendo que os registros históricos mais antigos sobre a banana foram encontrados na Índia. Em relação ao Brasil, ao que se sabe, é que a banana foi aqui constatada pelos primeiros emigrantes (BLEINROTH, 1995).

Originárias de duas espécies selvagens *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*, as bananeiras se espalharam por todas as regiões tropicais e subtropicais do globo. No Brasil estão totalmente incorporadas à paisagem (PBMH, PIF, 2006).

A banana-nanica apresenta-se em porte alto, atingindo de 2,20 a 3,20 m de altura. Produz cachos de porte médio e grande, de forma cilíndrica, pesando entre 15 e 45 kg e medindo de 0,50 a 1,20 m de comprimento. O fruto pode ser médio ou grande, entre 18 e 24 cm, de sabor agradável. Seu cultivo adapta-se muito bem a uma ampla variedade de condições. Entretanto é muito susceptível à moléstia sigatoka-negra, porém imune ao mal-do-panamá (BLEINROTH, 1995).

Classificação é a separação do produto em lotes homogêneos, obedecendo a padrões mínimos de qualidade e homogeneidade. Os lotes de banana são caracterizados por seu grupo varietal, classe (tamanho), subclasse (estádio de maturação), modo de apresentação e categoria (qualidade) de acordo com Programa brasileiro para a modernização da horticultura & produção integrada de frutas (PBMH, PIF, 2006).

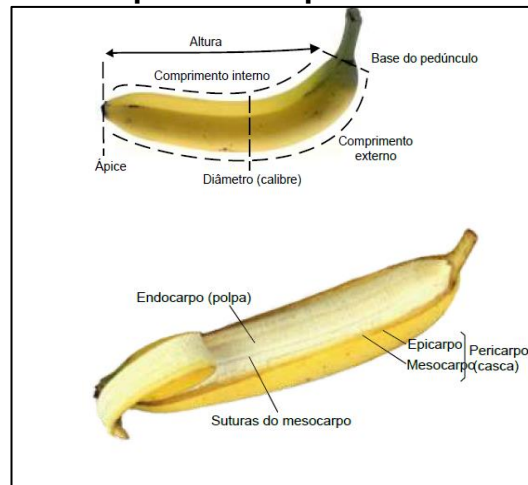
Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), em 2015, a produção mundial de banana atingiu um recorde de 117,9 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2018). A Índia se destaca como o maior produtor mundial de banana (29 milhões de toneladas), seguida pela China (11 milhões de toneladas), pelas Filipinas (9 milhões de toneladas) e pelo Brasil (7 milhões de toneladas).

Segundo dados do IBGE (2012) o total da área nacional destinada a esta cultura permanente é de aproximadamente 522 mil hectares. No âmbito mundial, o país é o quarto maior produtor de banana. Apenas Índia, Filipinas e China ultrapassam a produção brasileira. Dentre as frutas tropicais que estão no topo da produção agrícola nacional a banana só não possui maior produção que a laranja (IBGE, 2012).

Segundo dados da *Food and Agricultural Organization* (FAO) a produção deve continuar aumentando no Brasil devido aos lucros com a sua produtividade. Apesar de as exportações terem sido baixas nos últimos anos devido à importância da fruta do mercado interno, um aumento nas vendas para o mercado externo pode ocorrer como resultado da reorganização da indústria e a abertura de novos canais de comércio. As expectativas da FAO são que em 2024 a produção de banana no Brasil seja de aproximadamente oito milhões de toneladas por ano (OCDE- FAO, 2015).

O fruto da bananeira é tipo carnosos, apresentando-se na forma de baga alongada (Figura 1) (PBMH, PIF, 2006). É composto pelo endocarpo (polpa) e pelo epicarpo e mesocarpo que compõem a casca da fruta. A banana é o resultado do desenvolvimento partenocárpico ou polinizado dos ovários das flores femininas de uma inflorescência (BLEINROTH, 1995).

Figura 1 - Detalhamento das partes componentes do fruto da bananeira



Fonte: (PBMH & PIF, 2006).

2.2.1 Banana Verde

O Brasil descarta quase 60% da produção de banana que não se encaixa nos padrões considerados adequados à comercialização (RIBEIRO, MESSANO, 2011). Grande parte da produção é perdida na própria plantação, pois, dependendo da safra o preço é irrisório e nem sempre compensa a sua colheita (VALLE, 2004). Outra parte, como por exemplo, os frutos verdes, se perdem nos galpões de estocagem e são descartados por estarem fora do padrão estabelecido pelo mercado (RIBEIRO, MESSANO, 2011). Logo, o fruto verde é considerado um resíduo e é desprezado.

Entretanto, a banana verde pode ser transformada em farinha, que segundo De Maria Borges e colaboradores (2009) é uma fonte rica de AR. Além disso, apresenta um conteúdo de minerais consideráveis, uma vez que a farinha é fonte de potássio, fósforo, magnésio, cobre, manganês e zinco, quando comparada aos demais tipos de farinhas existentes no mercado.

Outra maneira de utilizar a banana verde é por meio de seu processamento na forma de biomassa. Quando a fruta verde é cozida, seu teor de tanino é reduzido e é preservado seu conteúdo de AR (VALLE, 2004). Cerca de 50% do amido presente na banana é constituído de AR (LAJOLO, 2001).

Este produto pode ser utilizado industrialmente em uma grande variedade de alimentos com propriedades funcionais, especialmente devido à presença de AR (OI et al., 2010). Uma vez que este tipo de amido é resistente ao processo digestivo e

a medida que passa através do trato gastrointestinal confere benefícios consideráveis para a saúde do colón humano (NUGENT, 2005). Este componente tem propriedades semelhantes às fibras, e mostra benefícios fisiológicos em humanos podendo resultar em prevenção de doenças. Além disso, apresenta teor calórico reduzido, e pode ser usado como agente de corpo complementar em formulações com valor calórico reduzido ou sem gordura (PEREIRA, 2007).

Alguns trabalhos vêm explorando a banana verde para enriquecer as formulações AR, como por exemplo, na produção de biscoito (FASOLIN et al., 2007; RIBEIRO, MESSANO, 2011; TEIXEIRA, 2016), bolo (BORGES et. al., 2010) e macarrão (VERNAZA et al., 2011).

Wang e colaboradores (2014) estudaram a estrutura do AR em diferentes estágios de maturação da banana. Os autores observaram que o teor de AR reduziu com o processo de maturação. Entretanto, foram constatados espectros de infravermelhos bem similares, indicando que as características do AR não foram profundamente afetadas pelo processo de amadurecimento. Os espectros de infravermelhos indicaram bandas de grupos presentes no amido encontrados na banana verde, como por exemplo: 620 cm^{-1} para esqueleto de piranose; 1600 cm^{-1} para COO^- ; 2800 cm^{-1} para CH_2 e 3400 cm^{-1} para grupos OH.

2.2.2 Biomassa de Banana Verde

A BBV é uma pasta de banana homogênea obtida sobre cozimento e pressão (VALLE, 2004). A fibra alimentar e a alta quantidade de AR na banana verde parecem contribuir como um possível agente terapêutico no tratamento da constipação funcional (CASSETTARI et al., 2019).

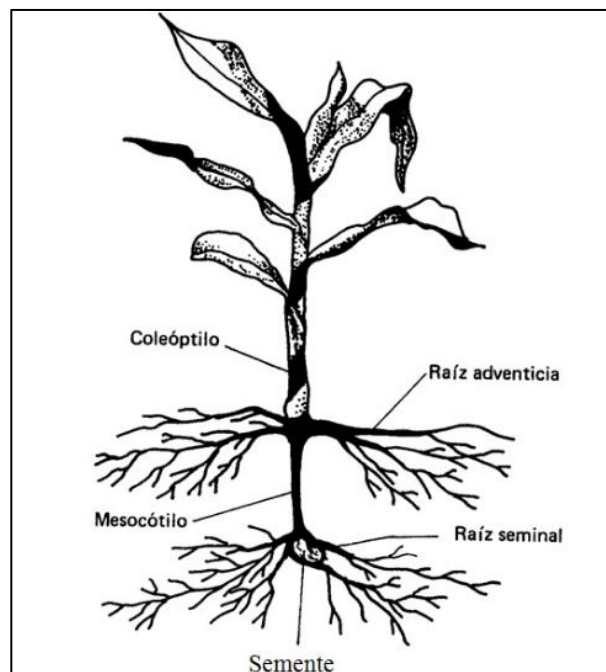
A BBV obtida por Cassettari e colaboradores (2019) com objetivo de verificar o potencial laxativo da BBV para crianças e adolescentes com constipação intestinal, apresentou uma aparência idêntica a uma massa firme, homogênea, sem cor, sabor ou cheiro.

2.3 Sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é uma planta de origem de Africana. As culturas atuais de sorgo se originaram do ancestral silvestre *Sorghum bicolor* subsp.

arundinaceum, cuja origem estimada é datada em 5.000 à 6.000 anos atrás (DOGGETT, 1995). O número de folhas em uma planta pode variar de 7 a 30 unidades. O comprimento da folha pode chegar a mais de 1 metro, enquanto que a largura de 0,5 a 15 cm. Os tipos de raízes presentes na planta são primárias ou seminais, secundárias e adventícias (Figura 2). A espessura da raiz determina sua função. Geralmente raízes grossas atuam na fixação da planta ao solo, e as raízes mais finas (menor que dois milímetros) são responsáveis pela absorção de nutrientes (MAGALHÃES et al., 2012).

Figura 2 - Partes do sistema radicular de uma planta de sorgo



Fonte: MAGALHÃES et al. (2012) apud adaptado de PAUL, 1990.

O sorgo é uma cultura bem adaptada ao clima quente, apresentando características xerófilas e mecanismos eficientes de tolerância à seca. A produtividade do sorgo está relacionada com diversos fatores como a temperatura do ar, a radiação solar, a precipitação e a disponibilidade de água no solo (LANDAU, SANS, 2012).

O Relatório do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas aponta para o aumento das temperaturas e a redução das chuvas no país nos próximos anos. Nessas condições, o desafio de aumentar a produtividade agrícola brasileira torna-se ainda maior (PBMC, 2015).

Nesse cenário, a cultura do sorgo, por sua adaptação natural a condições ambientais adversas, tem papel cada vez mais importante para a segurança alimentar. O sorgo tem sido uma opção para produção de grãos nas situações em que a falta de água oferece mais riscos para outras culturas, como o milho (BRASIL, 2015).

Grande parte da produção de sorgo mundial é destinada a alimentação animal (MEHMOOD et al., 2008; GUTIÉRREZ-PALACIOS et al., 2013). Entretanto, é crescente o interesse da comunidade científica sobre a utilização do sorgo para alimentação humana (TAYLOR, SCHOBBER, BEAN, 2006; LÓPEZ ORTIZ et al., 2011; AGUILAR et al., 2013; TEIXEIRA, 2016).

Segundo dados da FAO, a produção cerealífera mundial em 2017 foi de 2 bilhões e 542 milhões de toneladas, 8 milhões de toneladas acima do estimado. A utilização mundial dos cereais destinados à alimentação humana foi de 2 bilhões e 475 milhões de toneladas, sendo 8 milhões atribuídos a um aumento da utilização pela população de sorgo e cevada (FAO, 2017).

Dentre os cereais cultivados mundialmente destaca-se a crescente utilização na alimentação humana do sorgo que apresentou um aumento de 10,5% (2,7 milhões de toneladas), principalmente pelo maior consumo deste cereal pelos chineses (FAO, 2017).

O sorgo é uma importante fonte de AR (MORAES et al., 2015, TEIXEIRA et al., 2016). A estrutura cristalina apresentada por este cereal é o do tipo A, que apresenta características mais compactas e cristalinas que as do tipo B e C, porém, menos resistentes à digestão (TEIXEIRA, 2016). Existem vários genótipos de sorgo com diferentes teores de AR que vêm sendo pesquisados para melhor aproveitamento deste componente (TEIXEIRA et al., 2016).

López Ortiz e colaboradores (2011) estudaram a composição química e digestibilidade *in vitro* do sorgo amido (*Sorghum bicolor*) na forma nativa e germinada no preparo massas com 10, 15, 20 % de farinha de sorgo. Segundo estes autores a massa com 10% de substituição apresentou boa digestibilidade, sendo um uso alternativo de sorgo na alimentação humana.

O desenvolvimento de uma cerveja sem álcool a base de sorgo foi pesquisada por Aguilar e colaboradores (2013). Foi avaliada a obtenção de duas bebidas: cerveja do malte e cerveja de sorgo branco. Segundo os autores as bebidas desenvolvidas apresentaram resultados satisfatórios, com parâmetro físico-químico semelhante comparado com cervejas tradicionais vendidas no mercado.

2.3.1 Farinha de Sorgo

O sorgo é uma cultura versátil e adaptada ao clima seco que se encaixa bem em sistemas de produção sustentáveis. O grão de sorgo possui atributos atrativos relevantes para o uso moderno de alimentos, especialmente em relação à prevenção de doenças crônicas (GIRARD, AWIKA, 2018).

A FS apresenta concentrado conteúdo de compostos fenólicos, maior capacidade antioxidante e fibra dietética, por isso oferece melhor resposta glicêmica quando comparada ao grão (MORAES et al., 2015).

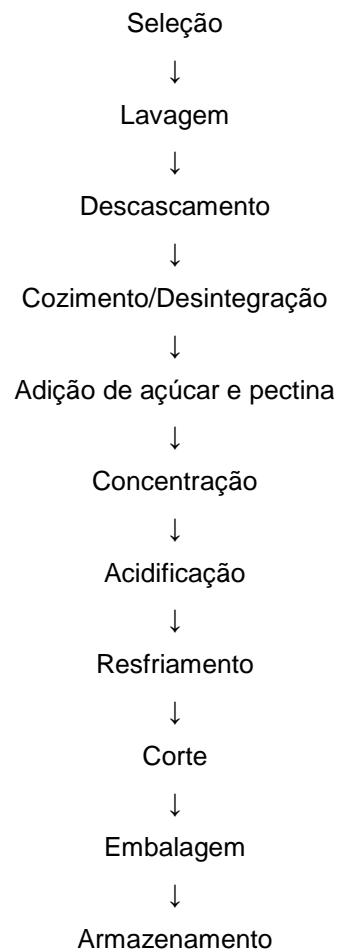
Moraes e colaboradores (2017) estudaram diferentes frações de FS no estresse oxidativo e obesidade em ratos obesos induzidos por dieta. As frações da FS reduziram a gordura do fígado e a FS inteira diminuiu glicose em jejum, melhorando tolerância oral à glicose e sensibilidade à insulina.

Já ingestão de FS extrusada (genótipo SC 319) em substituição parcial e total de fibra alimentar e carboidrato na dieta de ratos obesos tem potencial uso como alimento funcional, uma vez que pode reduzir o risco metabólico da obesidade associado à adiposidade e inflamação (ARBEX et al., 2018).

2.4 Bananada

A banana pode ser consumida madura “*in natura*”, em receitas salgadas, doces, cozida, assada e frita na forma de *chips*, entre outras maneiras (PBMH & PIF, 2006). O doce em massa de banana – bananada – é feito a partir do processamento das frutas desintegradas ou em pedaços, com ou sem adição de açúcar e água, e com adição de pectina e ácidos (JACKIX, 1988). Os doces de massa podem ser cremosos ou de corte, dependendo de sua consistência (SOLER, 1995). O fluxograma geral do processamento de doce em massa encontra-se representado na Figura 3. Segundo Jackix (1988) o processo de acidificação pode ser realizado com ácido cítrico, que irá proporcionar a regulação da acidez da formulação. De acordo com a Resolução CNS/MS n.º 04, de 1988 o limite máximo tolerado não é estabelecido, sendo o valor adicionado ‘q.s.p.’, ou seja, quantidade suficiente para a ação desejada (BRASIL, 1988).

Figura 3 - Fluxograma geral do processamento de doce em massa.



Fonte: (JACKIX, 1988)

Godoy (2010) avaliou a aceitação do consumo de doce de banana em corte preparado com espécies de banana resistentes à sigatoka-negra. Segundo os resultados deste trabalho dentre as variáveis de maior importância, a proporção entre a polpa de banana e a sacarose utilizada na formulação, foi a que teve efeito na maioria das respostas sensoriais. No entanto, a qualidade relacionou-se somente com a acidez do produto.

2.5 Análise Sensorial

Embora o sabor seja considerado um forte fator que influencia as escolhas alimentares (KOUROUNIOTIS et al., 2016), os consumidores estão cada vez mais

preocupados com opções mais saudáveis de produtos alimentícios. Em geral, eles consideram não apenas as calorias, mas também a informação em saúde como um parâmetro importante para a escolha alimentar (FERNANDES et al., 2015).

Os métodos sensoriais podem ser divididos em três grandes categorias: afetivos, discriminativos ou de diferença, e descritivos. Testes afetivos são aqueles que determinam as respostas de consumidores para um grupo de perguntas referentes à preferência e aceitação de características sensoriais de produtos de consumo, como alimentos, cosméticos, higiene pessoal, perfumaria e até mesmo produtos da indústria têxtil e da construção civil (DUTCOSKY, 2013). Esses métodos podem ser aplicados para determinar a aceitação e 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 preferência de vários aspectos das características sensoriais do produto (aroma, sabor, aparência e textura); e para medir as respostas dos consumidores de um atributo sensorial específico de um produto, por exemplo, com escalas hedônicas, de intensidade, ou escalas do ideal (MEILGAARD et al., 2007).

Um teste comumente aplicado em paralelo ao de aceitação é o da “Disposição a Pagar – *Willingness to Pay* (WTP)”, no qual se solicita aos consumidores que indiquem quanto estariam dispostos a pagar por uma quantidade previamente definida do produto (BECKER et al., 1964).

Os métodos discriminativos indicam se existe ou não diferença sensorial perceptível entre produtos em teste. Os mais comumente usados são: “teste de comparação pareada”, “teste triangular”, “teste de comparação múltipla” e “teste de ordenação” (MEILGAARD et al., 2007; DUTCOSKY, 2013).

Por fim, os métodos descritivos que objetivam caracterizar qualitativa e quantitativa as amostras estudadas e traçar seu perfil sensorial. Entre eles, o mais empregado é “Análise Descritiva Quantitativa - ADQ (MEILGAARD, 2007)”. Este tipo de teste descritivo é na maioria das vezes dispendioso do ponto de vista de aplicação e operacionalização, pois são necessários investimentos no treinamento e a manutenção de uma equipe sensorial treinada (CADENA et al., 2014). O tempo necessário para o treinamento dos provadores é relativamente longo, podendo variar entre 10 e 120 horas (CRUZ et al., 2013).

Devido aos fatores anteriormente citados há uma crescente demanda por metodologias inovadoras, como o “*flash profilin*”, o “*napping*” e o “*Check all that apply*”

(CATA)” para se obter informações a fim de traçar o perfil sensorial dos produtos de forma mais rápida, mas mantendo-se a precisão (LADO et al., 2010; VARELA, ARES, 2012; TARANCÓN et al., 2015; TEIXEIRA, 2016).

Cruz e colaboradores (2013) pesquisaram o desempenho de novos métodos sensoriais e verificaram que o CATA é uma metodologia simples e rápida de ser empregada e assemelha-se ao ADQ. Além disso, a análise de um produto por meio desta metodologia permite que consumidores auxiliem na descrição fiel dos produtos, não sendo necessário uma equipe treinada como na ADQ. O tempo empregado nas análises também é mais curto, o que gera respostas rápidas. Neste contexto, as metodologias sensoriais que utilizam respostas dos consumidores e não de julgadores treinados podem constituir uma excelente opção para obtenção de uma percepção global dos produtos.

No emprego do teste CATA é utilizado um questionário com os termos previamente levantados por uma equipe sensorial para o produto em questão (VARELA, ARES, 2012). A metodologia CATA vem sendo amplamente empregada na área da indústria de alimentos: iogurtes (CADENA et al., 2014), *cookies* (TARANCÓN et al., 2015; TEIXEIRA, 2016), sobremesas lácteas (VIDAL et al., 2013), pimentas (GARRUTI et al., 2013), dentre outros. Nos últimos anos esta metodologia vem sendo incorporado à análise sensorial para compreender as preferências do consumidor e assim auxiliar na otimização e desenvolvimento de marcas e produtos (ROCHA, 2014).

Algumas variações específicas do método CATA já vêm sendo observado na literatura científica. Para Castura e colaboradores (2016) uma variação do CATA mostrou potencial para avaliar aspectos temporais da percepção sensorial. O CATA temporal é introduzido como um novo método dinâmico para descrever propriedades sensoriais multidimensionais de produtos à medida que evoluem ao longo do tempo.

Um maior acesso a informação tem alterado a percepção da relação alimento-doença. Uma elevada consciência de saúde e suporte informacional via *on-line* tem levado a busca pela população por um estilo de vida mais saudável (MCKINLEY, WRIGHT, 2014).

Devido a maior percepção pelos consumidores da relação alimento-doença, estudos sensoriais que avaliam as características de saudabilidade vêm sendo desenvolvidos. Em trabalho realizado por Carrillo e colaboradores (2012) mostrou como sinais sensoriais e não-sensoriais interagem para criar a percepção do

consumidor e como determinados parâmetros, como a marca, a categoria, a familiaridade com o produto ou perfil sensorial podem influenciar a avaliação do mesmo (aceitação e percepção saudabilidade) de diferentes formas.

3 REFERÊNCIAS

ADSARE, S. R. et al. Osmotic treatment for the impregnation of anthocyanin in candies from Indian gooseberry (*Emblica officinalis*). **Journal of Food Engineering**, v. 175, p. 24-32, 2016.

AGUILAR, G. I. et al. Producción de bebidas usando sorgo malteado como materia prima para enfermos celíacos. **Avances en Ciencias e Ingeniería**, v. 4, n. 1, p. 61-73, 2013.

ARBEX P. M. et al. Extruded sorghum flour (*Sorghum bicolor L.*) modulate adiposity and inflammation in high fat diet-induced obese rats. **Journal of Functional Foods**, v. 42, p. 346–355, 2018.

BECKER, G. M. et al. Measuring utility by a single-response sequential method. **Behavioral Science**, v. 9, n. 3, p. 226-232, 1964.

BLEINROTH, E. W. et al. **Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**, 2. ed. Campinas: ITAL, 1995. 302 p.

BORGES, A. M. et al. Estabilidade da pré-mistura de bolo elaborada com 60 por cento de farinha de banana verde. **Ciência Agrotécnica**, v. 34, n. 1, p. 173-181, 2010.

BOYACI, I. H. et al. Dispersive and FT-Raman spectroscopic methods in food analysis. **RSC Advances**, v. 5, n. 70, p. 56606-56624, 2015.

BRASIL. **Resolução CNS/MS n.º 04**, de 24 de Novembro de 1988. Aprovar a revisão das TABELAS I, III, IV e V referente a Aditivos Intencionais, 1988.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA **Alegações de propriedade funcional aprovadas**, 2008. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home/alimentos>> Acesso em: 12 mar. 2019.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Guia Alimentar para a população Brasileira**, 2014. Disponível em: http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf. > Acesso em: 12 mar. 2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Portal Brasil. **Sorgo amplia segurança da produção de grãos na segunda safra**, por Portal Brasil Acesso em: 15 mar. 2019.

BRITES, C. M. et al. Maize and resistant starch enriched breads reduce postprandial glycemic responses in rats. **Nutrition Research**, v. 31, n. 4, p. 302-308, 2011.

BUDDRICK, O. et al. The effect of fermentation and addition of vegetable oil on resistant starch formation in wholegrain breads. **Food chemistry**, v. 180, p. 181-185, 2015.

CADENA, R. S. et al. Comparison of rapid sensory characterization methodologies for the development of functional yogurts. **Food Research International**, v. 64, p. 446-455, 2014.

CARDENETTE, G. H. L. **Produtos derivados de banana verde ('Musa'spp.) e sua influência na tolerância à glicose e na fermentação colônica**, 2006. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.

CARRILLO, E. et al. Effects of food package information and sensory characteristics on the perception of healthiness and the acceptability of enriched biscuits. **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 209-216, 2012.

CASSETTARI, V. M. G. et al. Combinations of laxatives and green banana biomass on the treatment of functional constipation in children and adolescents: a randomized study. **Journal Pediatric**, v. 95, n.1, p.27-33, 2019.

CASTURA, J. C. et al. Temporal Check-All-That-Apply (TCATA): A novel dynamic method for characterizing products. **Food Quality and Preference**, v. 47, p. 79-90, 2016.

COSTA, P. F. P. et al. Functional extruded snacks with lycopene and soy protein. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.1, p. 143-151, 2010.

CRUZ, A. G. et al. Consumer perception of probiotic yogurt: Performance of check all that apply (CATA), projective mapping, sorting and intensity scale. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 601-610, 2013.

DE MARIA BORGES, A. et al. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 333-339, 2009

DOGGETT, H. **Sorghum**, 2 ed. Wiley-Blackwell, 1995, 512 p.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**, 4 ed. Curitiba: Champagnat, 2013, 531p.

E-MENACHO, L. M. et al. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado proteico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.4, p. 767-778, 2008.

EMPKA, A. P. et al. Formulação de bebida láctea fermentada sabor pêssego utilizando substratos alternativos e cultura probiótica. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, vol.28, p. 170-177, 2008.

ENGLYST, H. N et al. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European journal of clinical nutrition**, v. 46, p. 33-50, 1992.

ESCHENBACH, A. C. et al. **Food Safety World Conference**, 2006. Disponível em: <<http://www.fda.gov/newsevents/speeches/speecharchives/ucm052331.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Trade and Markets: Banana facts and figures**, Disponível em: < http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/bananas/bananafacts/en/#.WrjhjH9v_IU >. Acesso em: 12 apr. 2018.

FAO, Organizações das Unidas para Alimentação e Agricultura. **Perspectivas de cosechas y situación alimentaria**. v. 1, 2017.

FASOLIN, L. H. et al. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 524-529, 2007.

FERNANDES, A. C. et al. Perceptions of university students regarding calories, food healthiness, and the importance of calorie information in menu labelling. **Appetite**, v. 91, p. 173-178, 2015.

GARRUTI, D. S. et al. Perfil de voláteis e qualidade sensorial de novas variedades de pimentas Capsicum chinense. **Food Science and Technology**, v.33, p. 102-108, 2013.

GIRARD, A. L., AWIKA, J. M. Sorghum polyphenols and other bioactive components as functional and health promoting food ingredients. **Journal of Cereal Science**. v. 84, p. 112-124, 2018.

GODOY, R. C. B. **Estudo das variáveis de processo em doce de banana de corte elaborado com variedade resistente à sigatoka negra**, 2010. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.

GUTIÉRREZ-PALACIOS, N. et al. Productividad y calidad nutricional de genotipos de sorgo para doble propósito1. **Agronomía Mesoamericana**, v. 24, n. 1, p. 119-131, 2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores Conjunturais – Produção Agrícola Municipal**, 2015. Disponível em: < [http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/TABELA /listabl.asp?c=1613&z=p&o=22](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/TABELA/listabl.asp?c=1613&z=p&o=22) > Acesso em: 10 mar. 2019.

JACKIX, M. H. **Doces, geleias e frutas em calda**, Campinas: Editora da Unicamp, São Paulo, 1988. 172 p

KAHRAMAN, K. et al. Optimisation of the reaction conditions for the production of cross-linked starch with high resistant starch content. **Food chemistry**, v. 174, p. 173-179, 2015.

KHAN, I. et al. Effect of sorghum flour addition on resistant starch content, phenolic profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 578-586, 2013.

KIM, W. K. et al. Effect of resistant starch from corn or rice on glucose control, colonic events, and blood lipid concentrations in streptozotocin-induced diabetic rats. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 14, n. 3, p. 166-172, 2003.

KOUROUNIOTIS, S. et al. The importance of flavor on dietary choice, behaviour and intake in a group of young adults. **Appetite**, v. 103, p. 1-7, 2016.

LADO, J. et al. Application of a check-all-that-apply question for the evaluation of strawberry cultivars from a breeding program. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 13, p. 2268-2275, 2010.

LAJOLO, F. M. et al. **Fibra dietética en Iberoamérica: tecnología y salud**, Varela: São Paulo, 2001.

LANDAU, E. C.; SANS, L.M.A. Cultivo do Sorgo: Clima. **Embrapa Milho e Sorgo Sistema de Produção**, 8 ed., 2012. Disponível em: < <https://www.spo.cnptia.embrapa.br> >. Acesso em: 06 jun. 2017.

LI, Y.; CHURCH, J. S. Raman spectroscopy in the analysis of food and pharmaceutical nanomaterials. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 22, n. 1, p. 29-48, 2014.

LIU, R.; XU, G. Effects of resistant starch on colonic preneoplastic aberrant crypt foci in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 8, p. 2672-2679, 2008.

LÓPEZ ORTIZ, N. C. et al. Contribución al estudio del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para nutrición humana. **Perspectivas en Nutrición Humana**, v. 13, n. 1, p. 33-44, 2011.

MAGALHÃES et al., **Cultivo do Sorgo: Ecofisiologia**, Embrapa Milho e Sorgo Sistema de Produção, 2. Versão Eletrônica. 8 ed., 2012. Acesso em: 06 de junho de 2017.

MARETI, M. C. et al. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v.30, n.4, p. 878-883, 2010.

MCKINLEY, C. J.; WRIGHT, P. J. Informational social support and online health information seeking: Examining the association between factors contributing to healthy eating behavior. **Computers in Human Behavior**, v. 37, p. 107-116, 2014.

MEHMOOD, S. et al. Fatty acid composition of seed oil of different *Sorghum bicolor* varieties. **Food Chemistry**, v. 109, n. 4, p. 855-859, 2008.

MEILGAARD, M. R. et al. **Sensory Evaluation Techniques**, 4ª ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2007, 448p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). **Guia alimentar para a população brasileira**, 2. ed. n.1. Brasília, 2014. Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf >. Acesso em: 12 mar. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Sorgo amplia segurança da produção de grãos na segunda safra**, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/busca-de-noticias/-/noticia/2449019/sorgo-amplia-seguranca-da-producao-de-graos-na-segunda-safra>>. Acesso em: 14 de mar de 2019.

MORAES, É. A., et al. Whole sorghum flour improves glucose tolerance, insulin resistance and preserved pancreatic islets function in obesity diet-induced rats. **Journal of Functional Foods** V. 45, p. 530-540, 2017.

MORAES, É. A. et al. Sorghum flour fractions: Correlations among polysaccharides, phenolic compounds, antioxidant activity and glycemic index. **Food Chemistry**, v. 180, p.116-123, 2015.

NUGENT, A. P. Health properties of resistant starch. **Nutrition Bulletin**, v. 30, n. 1, p. 27-54, 2005.

OCDE- FAO. Agricultura Brasileira: Perspectivas e Desafios. Cap. 2. **Agricultura brasileira: Perspectivas e Desafios**, 2015-2024. 54 p.

OI, R. K. et al. Estudo de viabilidade da secagem da biomassa da banana verde em spray dryer rotativo. **Exacta**, v. 8, n. 2, p. 185-191, 2010.

PAUCAR-MENACHO, L. M. et al. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado protéico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.4, p. 767-778, 2008.

PBMC, Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas: base científica das mudanças climáticas**, 2015, 111p. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/publicacoes/relatorios-pbmc/item/base-cientificas-das-mudancas-climaticas-volume-1-completo>. Acesso em: 05 out. 2018.

PBMH & PIF. Programa brasileiro para a modernização da horticultura & produção integrada de frutas. **Norma de Classificação de Banana**, São Paulo: CEAGESP, 2006, 7p. >. Acesso em: 02 mar. 2019.

PEREIRA, K. D. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p. 88-92, 2007.

RIBEIRO, R.C.; MESSANO, A.J.G.P. **Produção de farinha de banana verde e sua aplicação em biscoitos**. Editora Folium, 2011, 96p.

ROCHA, Célia Ferreira. **O consumidor como fonte de inovação: Ferramentas de avaliação sensorial para o desenvolvimento de novos produtos alimentares**, 2014. Tese de Doutorado. Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/...2/.../TMCCA_CeliaRocha.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2019.

SAJILATA, M. G†; SINGHAL, Rekha S.; KULKARNI, Pushpa R. Comprehensive reviews in food science and food safety. **Resistant Starch—A Review**, v. 5, n. 1, p. 1-17, 2006.

SCUDIERO, L.; MORRIS, C. F. Field emission scanning electron and atomic force microscopy, and Raman and X-ray photoelectron spectroscopy characterization of near-isogenic soft and hard wheat kernels and corresponding flours. **Journal of Cereal Science**, v. 52, n. 2, p. 136-142, 2010.

SEVERO, M. G.; MORAES, K.; RUIZ, W. A. Modificação enzimática da farinha de arroz visando à produção de amido resistente. **Química Nova**, v.33, n.2, p.345-350, 2010.

SILVEIRA, T. F. V. et al. Brazilian legislation for functional foods and the interface with the legislation for other food and medicine classes: contradictions and omissions. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 19, n. 4, p. 1189-1202, 2009.

SOLER, M. P. et al. **Frutas: compotas, doce em massa, geleias e frutas cristalizadas para micro e pequena empresa**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Itai, 1995, 73 p.

TARANCÓN, P. et al. Use of healthier fats in biscuits (olive and sunflower oil): changing sensory features and their relation with consumers' liking. **Food Research International**, v. 69, p. 91-96, 2015.

TAYLOR, J. R.N.; SCHOBBER, T. J.; BEAN, S. R. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. **Journal of Cereal Science**, v. 44, n. 3, p. 252-271, 2006.

TEIXEIRA N. de C. **Estudo e utilização de farinhas de banana verde (musa cavendish) e sorgo (sorghum bicolor) com elevado teor de amido resistente na elaboração de cookies submetidos à avaliação sensorial**. Tese de doutorado. 2016, 97p.

TEIXEIRA, N de C. et al. Resistant starch content among several sorghum (*Sorghum bicolor*) genotypes and the effect of heat treatment on resistant starch retention in two genotypes. **Food Chemistry**, v. 197, p. 291-296, 2016.

VALLE, H. F. Yes, nós temos banana – Histórias e Receitas com biomassa de banana verde. 2° ed. São Paulo: **Editores SENAC**, 2004 251 p.

VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International**, v. 48, n. 2, p. 893-908, 2012.

VERNAZA, M. G.; GULARTE, M. A.; CHANG, Y. K. Addition of green banana flour to instant noodles: rheological and technological properties. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1157-1165, 2011.

VIDAL, L. et al. Influence of Information on Consumers' Evaluations Using Check-All-That-Apply Questions and Sorting: A Case Study with Milk Desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 28, n. 2, p. 125-137, 2013.

WANG, J. et al. Changes in resistant starch from two banana cultivars during postharvest storage. **Food Chemistry**, v. 156, p. 319-325, 2014.

WILLIS, H. J. et al. Greater satiety response with resistant starch and corn bran in human subjects. **Nutrition Research**, v. 29, n. 2, p. 100-105, 2009.

ZI-NI, T. et al. Characteristics of Metroxylon sagu Resistant Starch Type III as Prebiotic Substance. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 4, p. H875-H882, 2015.

CAPÍTULO I

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICAS DA BIOMASSA DE BANANA VERDE

Aline Cristina Pinheiro Amorim de Melo^{a,b}, Natália de Carvalho Teixeira^{a,b}, Ana Paula de Carvalho Teixeira^c, , Thayana Oliveira Soares^b, Valéria Aparecida Vieira Queiroz^d, Marlene Azevedo Magalhães Monteiro^e, Lúcia Helena Esteves dos Santos Laboissière^b, Maria Aparecida Vieira Teixeira Garcia^b, Roberto Gonçalves Junqueira^{a,b}

^aPrograma de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais, 31270-010, Belo Horizonte, MG, Brazil.

^bDepartamento de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil.

^cDepartamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil.

^dEmbrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, Brazil.

^eDepartamento de Nutrição, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil.

RESUMO

A banana (*Musa Cavendish*) é uma fruta muito importante para a agricultura mundial. A banana verde (BV) é uma excelente fonte de amido resistente (AR), componente natural também encontrado em alimentos como em alguns grãos (sorgo) e batata crua. Uma maneira de consumir BV é por meio de sua biomassa. A biomassa de banana verde (BBV) é obtida pelo processamento de BV sob pressão e alta temperatura. O objetivo principal do trabalho foi produzir e realizar a caracterização físico-química da BBV com maior teor de AR. Cinco BBV foram produzidos (BBV12, BBV14, BBV16, BBV18 e BBV20) e tiveram seu conteúdo de AR determinados. Os maiores teores de AR (BBV12) foram analisados para determinação da composição química, cor, textura, compostos fenólicos, pH, acidez, Brix, razão Brix/acidez, caracterização por espectroscopia Raman, espectroscopia no infravermelho (IV) e termogravimetria (TG). Esses parâmetros também foram analisados no produto pré-tratamento térmico (BV *in natura*) para comparação. O tratamento térmico influenciou o teor de AR nas diferentes BBV produzidas, e o tempo de processamento prolongado causou uma drástica redução em seus níveis.

Palavras-Chaves: Banana Verde. Biomassa de Banana Verde. Amido Resistente.

ABSTRACT

Banana (*Musa Cavendish*) is a very important fruit for world agriculture. Green banana (BV) is an excellent source of starch resistant (AR), a natural component also found in foods such as some grains (sorghum) and raw potatoes. One way to consume BV is through its biomass. Green banana biomass (BBV) is obtained by the processing of BV under pressure and high temperature. The main objective of the work was to produce and perform the physico-chemical characterization of the BBV with higher RA content. Five BBVs were produced (BBV12, BBV14, BBV16, BBV18 and BBV20) and had their AR content determined. The highest levels of AR (BBV12) were analyzed for chemical composition, color, texture, phenolic compounds, pH, acidity, Brix, Brix / acidity, Raman spectroscopy, infrared (IR) spectroscopy and thermogravimetry . These parameters were also analyzed in the thermal pretreatment product (BV in natura) for comparison. The heat treatment influenced the AR content in the different BBV produced, and the prolonged processing time caused a drastic reduction in their levels..

Key words: Green Banana. Green Banana Biomass. Resistant Starch.

1 INTRODUÇÃO

A banana é um produto agrícola muito importante mundialmente. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), em 2015, a produção mundial de banana atingiu um recorde de 117,9 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2018). A Índia se destaca como o maior produtor mundial de banana (29 milhões de toneladas), seguida pela China (11 milhões de toneladas), pelas Filipinas (9 milhões de toneladas) e pelo Brasil (7 milhões de toneladas). A banana foi uma das primeiras plantas a ser cultivada pelo homem e atualmente é a fruta fresca mais consumida no mundo. Considerando seu alto valor nutricional é um alimento importante para várias populações, bem como a base econômica de muitos países e regiões (IZIDORO et al., 2008; YUAN et al., 2017).

A banana verde (BV) é considerada um desperdício agrícola pela indústria. Essas frutas são abandonadas em galpões de armazenamento e descartadas por estarem fora do padrão estabelecido pelo mercado (ZHANG et al., 2005) ou quando há excesso de produção (OVANDO-MARTINEZ et al., 2009). No entanto, para Liao e Hung (2015) o BV é uma importante fonte de amido resistente (AR) que provou ser eficaz na redução do índice glicêmico quando usado em uma variedade de produtos alimentícios, como mousse, *muffin*, biscoitos, espaguete e macarrão.

O AR é um componente natural de alimentos como grãos, batata crua e BV (ALKARKHI et al., 2011; SARAWONG et al., 2014; JIANG et al., 2015; TEIXEIRA et al., 2016; HOYOS-LEYVA et al., 2017). Segundo Ovando-Martinez e colaboradores (2009) e Utrilla-Coello e colaboradores (2014) a banana é um alimento amiláceo que contém muitos compostos indigestíveis, como o AR. No trato gastrointestinal, o AR é fermentado por bactérias benéficas em ácidos graxos de cadeia curta, sendo um potencial prebiótico (NUGENT, 2005). Estudos têm mostrado os benefícios da ingestão de AR na redução da incidência de câncer de cólon (LIU, XU, 2008), redução do colesterol total (KIM et al., 2003; BRITES et al., 2011), no aumento da saciedade (WILLIS et al., 2009) e redução da glicose pós-prandial (RAYO et al., 2015).

Peroni-Okita e colaboradores (2010) investigaram as mudanças ultra estruturais nos grânulos de amido durante o processo de amadurecimento da banana. Seus resultados demonstraram que até o 14º dia após a colheita, a quantidade total de amido e açúcares permaneceu constante. Após o 14º dia de maturação, os níveis de amido começaram a diminuir e o teor de açúcar aumentou devido à degradação

do amido. Emaga e colaboradores (2007) também investigaram o efeito da maturação na banana e encontraram um aumento simultâneo no teor de açúcar solúvel e diminuição no teor de amido. Já Agama-Acevedo e colaboradores (2015), ao avaliar diferentes variedades de banana observaram por difração de raios X um padrão de cristalinidade do tipo B no amido de banana. Eles também detectaram que o AR era a fração de amido mais importante em bananas não cozidas.

A Biomassa de banana verde (BBV), segundo Cassetari e colaboradores (2019) pode ser facilmente incorporado aos alimentos porque não tem odor ou sabor característicos. Para preparar o produto, os autores cozinham BV em uma panela de pressão com água fervente por 20 min e encontraram um valor médio de AR de $7,8 \pm 0,2$ g / 100 g.

Embora vários pesquisadores tenham estudado o comportamento do AR em BV (TRIBESS et al., 2009; PERONI-OKITA et al., 2010; IZIDORO et al., 2011; CASSETTARI et al., 2019) nenhum deles investigou até o momento o efeito do tempo de processamento no conteúdo AR em BBV.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tempo de processamento no conteúdo de AR em BBV, e verificar a redução do conteúdo de AR nas BBV processadas em relação à BV *in natura* para observar as possíveis alterações físico-químicas e estruturais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostras

As bananas verdes (*Musa cavendish*) foram doadas por um produtor da cidade de Taquaraçu de Minas, MG, Brasil. No processamento de biomassa, apenas bananas no estágio de maturação "totalmente verde" foram selecionadas, ou seja, no 3º dia após a colheita, de acordo com a escala de maturidade de Von Loesecke (1950). Os frutos selecionados foram lavados e sanitizados.

2.2 Desenvolvimento da BBV

As BV com casca foram submetidas ao processamento térmico em autoclave (121°C) sob pressão e fluxo de vapor (Fanem 415, Guarulhos, Brasil) por 12 min (BBV12), 14 min (BBV14), 16 min (BBV16), 18 min (BBV18) e 20 min (BBV20) para obter amostras de BBV. Um volume suficiente de água foi usado para cobrir os frutos. Uma vez iniciada a evolução do vapor, a válvula do equipamento não estava fechada e a autoclave era operada no nível mais alto. No final do procedimento, a autoclave foi desligada e o vapor foi deixado fluir naturalmente por 3 min. Após o processamento térmico, as cascas de banana foram removidas imediatamente com o auxílio de pinças e processadas por 3 min em um processador de alimentos (Walita Master Plus, São Paulo, Brasil) para obter uma massa espessa e homogênea. A BBV obtida foi armazenada em sacos de polipropileno selados a vácuo a 4°C antes das análises físico-químicas.

Um teste-preliminar foi realizado para verificar os possíveis tempos de cocção da BV. Neste teste partiu-se do tempo de 20 min conforme preconizado pela literatura (VALLE, 2004; CASSETTARI et al., 2019) e foi-se sucessivamente reduzindo o tempo de cocção, porém observou-se que os tempos de 8 e 10 min foram insuficientes para obtenção de uma massa homogênea. Nestes tempos a pasta obtida ficou com fragmentos grandes e duros de BV não cozida. Observou-se que a partir de 12 min era possível obter uma pasta macia e homogênea, sem fragmentos de duros de BV.

2.3 Determinação do conteúdo do AR

O teor de AR foi avaliado utilizando o kit de ensaio AR fornecido por Megazyme International Ireland Ltda, Wicklow, Irlanda, de acordo com o método certificado pela AOAC (2002). A hidrólise enzimática do amido não resistente (NAR) foi realizada através da ação simultânea da α -amilase pancreática (10 mg / mL) e amiloglucosidase (3 U / mL) incubando a amostra por 16 h a 37 ° C. o amido não resistente foi separado por centrifugação e o sedimento contendo o AR foi purificado com etanol e solubilizado com 2 mol / L de KOH. O teor de AR foi estimado usando o reagente glicose oxidase / peroxidase (GOPOD) medindo a absorbância a 510 nm, e

o conteúdo é expresso em g / 100 g de peso seco. Os resultados foram obtidos em triplicata e são apresentados com a média \pm desvio padrão.

2.4 Caracterização física e química do BBV

As características físicas e químicas da BBV12 e da BV *in natura* foram estudadas e os parâmetros comparados. As determinações de umidade, fibra alimentar, cinzas e teor de proteína foram realizadas de acordo com a metodologia da AOAC (2016). O conteúdo de carboidratos foi obtido por diferença. O conteúdo lipídico na BBV e na BV não foi determinado porque os níveis estavam abaixo do limite de detecção dos métodos de Soxhlet e Bligh-Dyer que foram empregados para determinação de lipídeos (AOAC, 2016). Todos os resultados foram expressos em base seca.

O teor de compostos fenólicos foi determinado seguindo o método de Folin-Ciocalteu (1927). Os compostos fenólicos foram extraídos com álcool e depois medidos a 720 nm. O teor é expresso em mg / 100 g de ácido gálico em peso seco. Acidez, pH, ° Brix (sólidos solúveis totais) e °Brix (TSS)/acidez (AOAC, 2012) também foram medidos.

2.5 Textura

A firmeza / dureza da BBV12 e da BV foram determinadas usando um texturômetro (TATX-2R, Surrey, Reino Unido) operando de acordo com as configurações usadas por Rayo et al. (2015). Uma sonda de 4 mm de diâmetro a uma velocidade de penetração de 1 mm / s e profundidade de 20 mm foi utilizada. Os testes foram conduzidos à temperatura ambiente (25 ° C). Os valores da força de penetração são dados em Newtons (N).

2.6 Propriedades ópticas

As propriedades de cor da BBV12 e BV foram avaliadas usando um espectrofotômetro de refletância (ColorQuest II, HunterLab, Reston, EUA). Os resultados são expressos em L *, a * e b *; os valores L * (claridade ou brilho) variam

de preto (0) a branco (100), os valores de chroma a * variam de verde (-60) a vermelho (60) e os valores de chroma b * variam de azul (-60) para amarelo (+60).

2.7 Espectroscopia Raman

A BBV12 e BV foram avaliados utilizando espectroscopia Raman com um espectrômetro Senterra Raman (Bruker, Massachusetts, EUA) equipado com um detector de carga acoplada e um microscópio óptico (OLYMPUS BX5, Massachusetts, EUA) usando um 633 nm (2 mW) laser.

2.8 Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)

Para espectroscopia de infravermelho, a BBV12 e a BV foram prensadas em *pellets* com KBr. Foi realizada espectroscopia por transformada de Fourier de infravermelho por reflectância difusa (DRIFT) (Bruker, Massachusetts, EUA), e 64 varreduras foram registradas à temperatura ambiente na faixa de 4000 a 400 cm^{-1} com uma resolução de 4 cm^{-1} .

2.9 Análise termogravimétrica

A análise termogravimétrica foi realizada em um instrumento DTG 60H (Shimadzu, Kyoto, Japão). As amostras de BBV12 e BV foram pesadas (2-3 mg) em um cadinho de platina projetado para uso em análise termogravimétrica. As amostras foram avaliadas a uma taxa de aquecimento de 10 ° C / min até 1000 ° C. Nitrogênio, a uma vazão de 50 mL / min, foi usado como gás de purga. Curvas de perda de peso em função da temperatura foram registradas.

2.10 Análise estatística

A análise de variância foi realizada para todos os parâmetros estudados considerando um delineamento inteiramente casualizado com três repetições. A significância das diferenças entre as médias foi verificada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O teste t foi realizado para comparar os resultados da BV e BBV12.

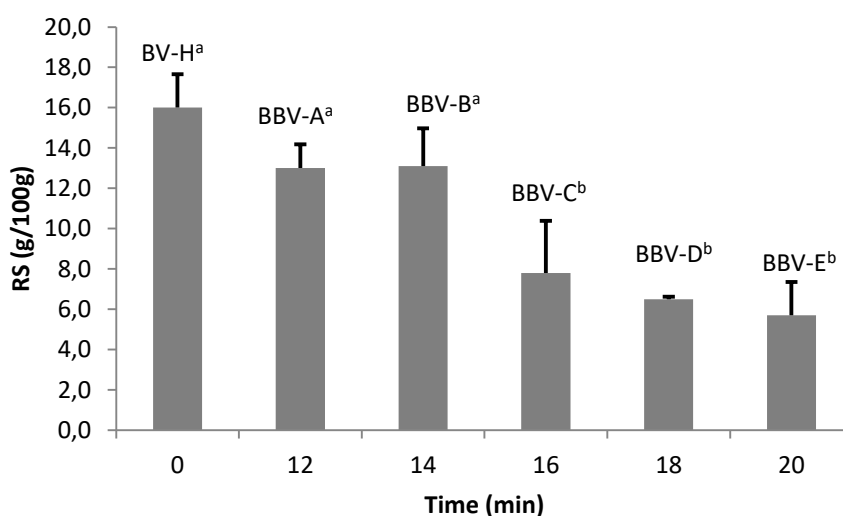
As análises estatísticas foram realizadas com o pacote IBM SPSS Statistics versão 19.0 (IBM Corporation, Somers, NY, EUA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito do tempo de processamento no teor de amido resistente.

O efeito do tempo de processamento no teor de AR da BBV é apresentado na Figura 1. Os tempos de processamento mais longos diminuíram consideravelmente o teor de AR na BBV. As amostras BBV12 (13,0 g / 100 g) e BBV14 (13,1 g / 100 g), processadas em autoclave por 12 e 14 min, respectivamente, apresentaram os maiores teores de AR. Elas diferiram significativamente ($p < 0,05$) das outras amostras e retiveram aproximadamente 80% do AR presente na matéria-prima (BV *in natura*) 16,0 g / 100 g. Os teores de AR da BBV16 (7,8 g / 100 g), BBV18 (6,5 g / 100 g) e BBV20 (5,7 g / 100 g) não diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$) e retiveram aproximadamente apenas 40% do AR do conteúdo presente na BV *in natura*. Assim, uma relação inversa entre o tempo de processamento e o conteúdo de AR nas amostras foi observada. O menor tempo de processamento e o maior teor de AR indicaram que 12 min foi ideal para obter biomassa sob pressão com vapor.

Figura 1- Teor de amido resistente (g / 100 g) em função do tempo de processamento térmico da biomassa de banana verde (BBV) por 12 min (BBV-A), 14 min (BBV-B), 16 min (BBV-C), 18 min (BBV-D) e 20 min (BBV-E) em comparação com bananas verdes (BVH).



Diferentes letras minúsculas sobrescritas (a-b) indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os valores médios, que foram determinados pelo teste de Tukey

Os resultados mostraram que o aquecimento prolongado pode levar a uma redução significativa ($p < 0,05$) no conteúdo de AR na biomassa de banana verde. Esses resultados corroboram com Izidoro e colaboradores (2011) que investigaram as propriedades físicas e químicas da banana verde processada em fornos convencionais ou em *spray* secadores, observaram que houve uma redução significativa no teor de AR com tempos de processamento prolongados.

Devido ao GBB12 apresentar o maior conteúdo de AR com o menor tempo de processamento, esta amostra foi escolhida para ser caracterizada. Todos os parâmetros estudados foram avaliados nessa amostra e comparados com a banana verde não processada.

3.2 Propriedades físicas e químicas

As características físicas e químicas da BBV processada por 12 min e BV *in natura* foram estudadas. Os dados relacionados às propriedades físicas e químicas em base seca são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1- Composição química da banana verde e biomassa de banana verde com 12 min de processamento térmico (BBV12)

	Banana Verde	BBV12
AR (g/100 g)	16,0 ^a ±1,65	13,0 ^a ±1,18
Cinza (g/100 g)	1,32 ^a ±0,46	0,83 ^a ±0,34
Proteína (g/100 g)	12,8 ^a ±1,79	10,6 ^a ±0,08
Fibra Alimentar (g/100 g)	27,4 ^a ±1,91	36,2 ^b ±1,41
Carboidratos (g/100 g)	58,4 ^a ±2,86	52,4 ^b ±1,76
Umidade (g/100 g)	71,7 ^a ±0,08	73,1 ^b ±0,06

Diferentes letras minúsculas sobrescritas (a-b) indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os valores médios, conforme determinado pelo teste t.

Não foram observadas diferenças significativas nos teores de cinzas e proteínas entre as amostras analisadas ($p < 0,05$). O teor de umidade da BBV12 foi superior ao da BV ($p < 0,05$), provavelmente devido à incorporação de água durante o processamento térmico. O teor de fibra alimentar na BBV12 foi significativamente

superior ao da BV ($p < 0,05$). A incorporação de resíduos fibrosos de casca ou a possível migração da fibra solúvel da casca para a polpa durante o processo térmico poderia explicar essa diferença. No entanto, o tratamento térmico e físico também pode ter facilitado a reação entre o etanol e a fibra levando ao maior conteúdo de fibra na BBV12. O teor total de carboidratos também foi maior na BBV12 do que na matéria-prima ($p < 0,05$).

O teor de compostos fenólicos foi significativamente maior na BB12 do que na BV *in natura* (Tabela 2). Como observado para fibra, o tratamento térmico e físico pode ter facilitado a extração alcoólica de compostos fenólicos, o que explica o aumento no teor desses compostos na BBV12. O conteúdo encontrado ($48,3 \pm 0,86$ mg / 100 g) foi consistente com outros estudos na literatura cujo teor de compostos fenólicos em banana varia substancialmente entre 29,6 mg / 100g a 231,0 mg / 100g (SOMEYA et al., 2002; WU et al., 2004; BRANT et al., 2006).

Tabela 2- Características físico-química da BV e da BBV com 12 min de processamento térmico (BBV12).

	Banana Verde	BBV 12
Compostos Fenólicos (mg /100 g) ácido gálico	30,6 ^a $\pm 2,16$	48,3 ^b $\pm 0,86$
pH	5,6 ^a $\pm 0,02$	5,9 ^b $\pm 0,01$
Acidez (ácido orgânico)	0,6 ^a $\pm 0,01$	0,2 ^b $\pm 0,01$
° Brix (SST)	1,6 ^a $\pm 0,01$	3,7 ^b $\pm 0,17$
° Brix (SST)/acidez	2,8 ^a $\pm 0,03$	18,5 ^b $\pm 1,35$
Textura F(N)	57,5 ^a $\pm 1,44$	44,0 ^b $\pm 0,17$

Diferentes letras minúsculas sobrescritas (a-b) indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os valores médios, conforme determinado pelo teste T.

O pH, acidez, SST e SST / acidez foram significativamente diferentes na BBV12 do que na BV *in natura* (Tabela 2). O pH da BBV12 foi ligeiramente superior ao pH da BV, o que é consistente com a menor acidez causada pelo tratamento térmico. Alkarkhi e colaboradores (2011) analisaram a farinha de BV e encontraram valores de pH variando de 4,37 a 5,65, muito próximos dos valores encontrados na

BBV12 e na BV neste estudo. O teor de SST foi maior na BBV12 do que na BV *in natura*. O conteúdo de SST encontrado por Alkarkhi e colaboradores (2011) em farinha de BV foi semelhante ao observado neste estudo. Os valores de SST encontrados por esses autores variaram de 1,03 a 1,43 ° Brix. Uma possível explicação para o maior teor de SST encontrado na BBV12 pode ser a ligeira diminuição do teor de AR apresentado pelo produto, o que provavelmente contribuiu para a concentração dos mesmos tipos de açúcares simples que são apresentados na fruta verde.

A relação SST / acidez é um importante indicador do sabor dos alimentos, pois relaciona o teor de açúcar e componentes ácidos presentes nos alimentos (JAISWAL et al., 2012). A BBV12 apresentou maior relação SST / acidez, pois apresentou menor acidez e maior teor de SST. Assim, o tratamento térmico ajudou a melhorar o sabor da banana verde.

3.3 Textura

Para a textura, como esperado (Tabela 2), a força de penetração foi maior para a banana verde do que para a biomassa BBV12. A consistência mais suave da biomassa favorece a incorporação desta em produtos alimentícios em detrimento da incorporação de banana verde crua. Em um trabalho, Rayo e colaboradores (2015) usando uma pasta de farinha de banana verde, encontram uma força de penetração de 30,8 N, que foi inferior à força de penetração da biomassa observada neste estudo (44,0 N).

3.4 Propriedades ópticas

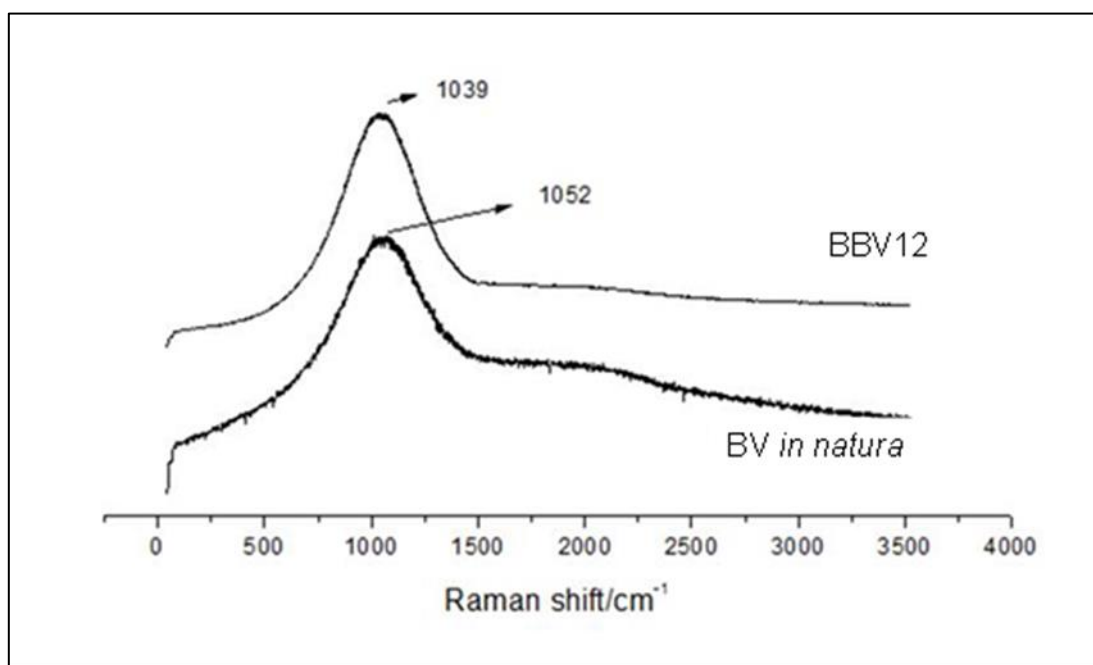
Houve diferenças significativas em todos os parâmetros de cores entre as amostras. Como demonstrado pelo parâmetro de brilho (L^*), a BV (53.4) tinha uma cor mais escura que a BBV12 (68.4). Alkarkhi e colaboradores (2011) determinaram valores semelhantes para o parâmetro L^* da farinha de banana verde, que variou de 64,37 a 79,25. Os valores a^* e b^* apresentaram maior tendência a tons vermelho amarelado na BBV12 (a^* de 2,7 e b^* de 16,8) que os da BV (a^* 17,5 e b^* 34,0), que representam um ponto neutro nestas cores no espectro. Os tons apresentados pela

BBV12 na análise de cor podem indicar a ocorrência da reação de Maillard devido à presença de carboidratos redutores e proteínas a altas temperaturas.

3.5 Espectroscopia Raman

Quando as amostras de BV e BBV12 foram analisadas por espectroscopia Raman (Figura 2), observaram-se picos semelhantes perto de 1000 cm^{-1} . A BV apresentou um pico intenso a 1052 cm^{-1} e a BBV12 apresentou um pico de 1039 cm^{-1} . Esses picos sugeriram a presença de ligações C-C, que possuem picos característicos próximos a 1100 cm^{-1} . Namanya (2011) ao investigar as propriedades químicas da banana madura encontrou picos similares de Raman a 1156 cm^{-1} , característica da ligação C-C, e a 1003 cm^{-1} , sugerindo a presença de grupos metila ($-\text{CH}_3$). Segundo Jiang e colaboradores (2015), uma banda que aparece a 1022 cm^{-1} também pode estar associada a um polimorfo de grânulos de amido.

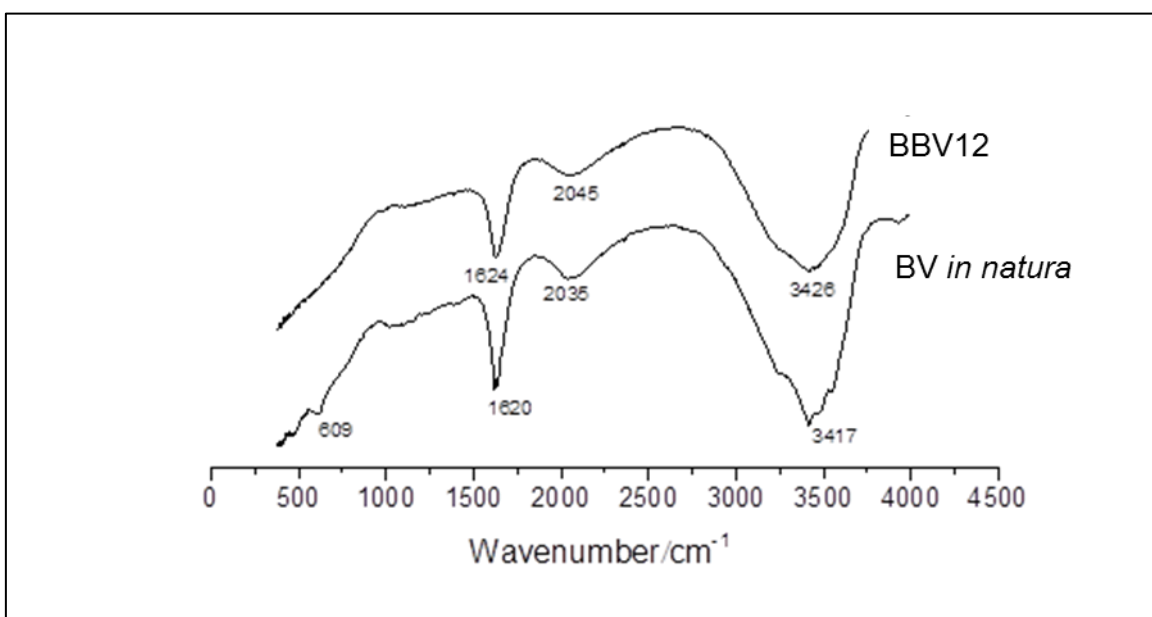
Figura 2- Espectro Raman de biomassa de banana verde com 12 min de processamento térmico (BBV12) e banana verde *in natura*.



3.6 Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)

A espectroscopia de infravermelho (IR) mostrou que tanto a BV quanto a BBV12 tinham duas áreas de intensos picos de absorção (Figura 3).

Figura 3- Espectros de FTIR da biomassa de banana verde com 12 min de processamento térmico (BBV12) e banana verde não processada.



Os picos foram muito semelhantes, sugerindo que houve poucas diferenças estruturais entre as amostras. Um pico de absorção semelhante foi observado em ambas as amostras (aproximadamente 1600 cm^{-1}) que corresponde aos grupos $\text{C}=\text{O}$ e $-\text{OH}$. Esses grupos estão presentes em aldeídos, cetonas, ésteres e ácidos carboxílicos, comuns nos frutos (FLORES-MORALES et al., 2012). Bandas próximas a 1600 cm^{-1} são de vibrações do grupo carboxila e são comuns no amido (JIANG et al., 2015; HOYOS-LEYVA et al., 2017). Vibrações próximas a 1600 cm^{-1} também foram observadas em cereais como o sorgo, uma fonte de amido resistente (RIVERA-CORONA et al., 2014) e amido de banana verde (ORSUWAN & SOTHORNVIT, 2017). Wang e colaboradores (2014) estudaram o amido resistente isolado em diferentes estádios de maturação de *Musa Cavendish* e observaram picos semelhantes aos deste estudo. O espectro da BV foi semelhante ao da BBV12 com bandas próximas a 1600 cm^{-1} , indicando que o tratamento térmico não prejudicou a estrutura do AR. O segundo pico mais intenso foi observado próximo a 3400 cm^{-1} , o que corresponde a grupos C-H (estiramento alcano) presentes nas cadeias carbônicas orgânicas dos

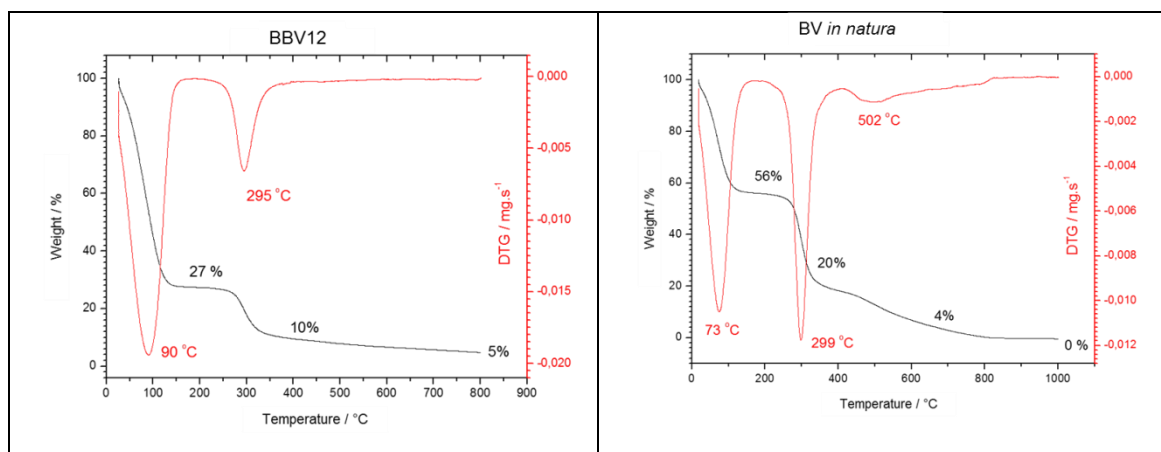
amidos (SILVERSTEIN, 2005; HOYOS-LEYVA et al., 2017). Ao estudar resíduos de banana, Rambo, Ferreira (2015) também encontraram picos com maiores variações de intensidade entre 1400 cm^{-1} e 1600 cm^{-1} . Segundo os autores, as bandas nessa região são características do alongamento -OH (hidroxilas).

Uma pequena alteração morfológica foi identificada na BBV12 em comparação com a BV *in natura* baseada em uma faixa próxima a 1000 cm^{-1} , provavelmente devido ao tratamento térmico. Pequenas alterações morfológicas são relatadas na literatura com base nos espectros de produtos tratados termicamente em comparação com produtos que não sofreram tratamento térmico (NASRIN, ANAL, 2014; ASHWAR et al., 2016).

3.7 Análise termogravimétrica

A análise termogravimétrica mostrou dois eventos principais. O primeiro foi à evaporação da água intrínseca e o segundo foi à decomposição do material orgânico apresentado nas amostras (Figura 4). Na BBV12 houve uma queda intensa no teor de água (73%) a 90°C . Na BV 44% da água foi removida a 73°C . Joardder e colaboradores (2014) encontraram resultados semelhantes na difusividade da umidade na BV com a maior perda de água a aproximadamente 70°C . O aquecimento e o processo físico podem ter favorecido uma maior perda de água na BBV12. A decomposição do material orgânico ocorreu em ambas as amostras a uma temperatura similar (aproximadamente 300°C).

Figura 4- Curvas termogravimétricas da biomassa de banana verde com 12 min de processamento térmico (BBV12) e banana verde não processada.



4 CONCLUSÃO

O tempo de processamento ideal para obter uma massa homogênea e espessa foi entre 12 e 14 min sob pressão em autoclave. Tempos de processamento de 16, 18 e 20 min levaram a reduções significativas no conteúdo de AR, em torno de 60% do teor da banana verde.

Os resultados das análises realizadas no BBV12 e na BV *in natura* revelaram que as diferenças nas propriedades físico-químicas foram relacionadas às mudanças físicas causadas pelo tratamento térmico da biomassa e a facilidade de extração de alguns compostos que estão mais disponíveis após mudanças térmicas e físicas. Os resultados espectroscópicos sugeriram que não houve grandes mudanças estruturais com base nos picos de absorção do BBV12 e da BV *in natura*, inferindo que o conteúdo de AR foi mantido.

REFERÊNCIAS

AGAMA-ACEVEDO, E. *et al.* Physicochemical, digestibility and structural characteristics of starch isolated from banana cultivars. **Carbohydrate Polymers**, v.124, p.17–24, 2015.

ALKARKHI, A. F. *et al.* Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. **Food Chemistry**, v. 129, n. 2, p.312-318, 2011.

ASHWAR, B. A. *et al.* Production of resistant starch from rice by dual autoclaving-retrogradation treatment: *In vitro* digestibility, thermal and structural characterization. **Food Hydrocolloids**, v. 56 p.108-117, 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 17 ed. Gaithersburg, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 19 ed. Gaithersburg, 2016.

BRANT, P. *et al.* Daily polyphenol intake in France from fruit and vegetables. **The Journal of Nutrition**, v. 136, n.9, p. 2368-73, 2006.

BRITES, C. M. Maize and resistant starch enriched breads reduce postprandial glycemic responses in rats. **Nutrition Research**, v. 31, n. 4, p. 302-308, 2011.

CASSETTARI, V. M. G. *et al.* Combinations of laxatives and green banana biomass on the treatment of functional constipation in children and adolescents: a randomized study. **Journal Pediatric**, v. 95, n.1, p.27-33, 2019.

EMAGA, T. H. *et al.* Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. **Food Chemistry**, v. 103, n. 2, p. 590-600, 2007.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Trade and Markets: Banana facts and figures**, Disponível em: < http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/bananas/bananafacts/en/#.WrjhjH9v_IU >. Acesso em: 12 apr. 2018.

FLORES-MORALES, A. et al. Determination of the structural changes by FT-IR, Raman, and CP/MAS ¹³C NMR spectroscopy on retrograded starch of maize tortillas. **Carbohydrate Polymers**, v. 87, n.1, p.61-68, 2012.

FOLIN, O.; CIOCALTEAU, V. On tyrosine and tryptophan determinations in proteins. **The Journal of Biological Chemistry**, v.73, p.627, 1927.

HOYOS-LEYVA, J.D. et al. Morphological, physicochemical and functional characteristics of starch from *Marantha ruiziana* Koern. **LWT - Food Science and Technology**, v. 83, p.150-156, 2017.

IZIDORO, D.R. et al. Influence of green banana pulp on the rheological behaviour and chemical characteristics of emulsions (mayonnaises). **LWT- Food Science and Technology**, v. 41, p.1018–1028, 2008.

IZIDORO, D.R. et al. Physical and chemical properties of ultrasonically, spray-dried green banana (*Musa cavendish*) starch. **Journal of Food Engineering**, v. 104, n.4, p.639-648, 2011.

JAISWAL, P.; JHA, S.N.; BHARADWAJ, R. Non-destructive prediction of quality of intact banana using spectroscopy. **Scientia Horticulturae**, v. 135, p.14–22, 2012.

JIANG, H, *et al.* Digestibility and changes to structural characteristics of green banana starch during in vitro digestion. **Food Hydrocolloids**, v. 49, p.192-199, 2015.

JOARDDER, M.U.H. *et al.* Determination of effective moisture diffusivity of banana using Thermogravimetric analysis. **Procedia Engineering**, v. 90, p. 538 – 54, 2014.

KIM, W.K. et al. Effect of resistant starch from corn or rice on glucose control, colonic events, and blood lipid concentrations in streptozotocin-induced diabetic rats. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.14, n.3, p.166-172, 2003.

LIAO, H. & HUNG, C. Chemical composition and in vitro starch digestibility of green banana (cv. Giant Cavendish) flour and its derived autoclaved/debranched powder. **LWT - Food Science and Technology**, v. 64, p. 639-644, 2015.

LIU, R. & XU, G. Effects of resistant starch on colonic preneoplastic aberrant crypt foci in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n.8, p. 2672-2679, 2008.

MENDEZ, R. et al. Nanicação by a pulsed-fluidized bed agglomeration. **LWT-Food Science and Technology**, v. 63, n.1, p. 461-469, 2015.

NAMANYA, P. **Towards the biofortification of banana fruit for enhanced micronutrient content**, p.236, 2011. Tese de doutorado. Queensland University of Technolog.

NASRIN, T. A. A. & ANAL A.K. Resistant starch III from culled banana and its functional properties in fish oil emulsion. **Food Hydrocolloids**, v.35, p.403-409, 2014.

NUGENT, A.P. Health properties of resistant starch. **Nutrition Bulletin**, v.30, n.1, p. 27-54, 2005.

ORSUWAN, A. & SOTHORNVIT, R. Development and characterization of banana flour film incorporated with montmorillonite and banana starch nanoparticles. **Carbohydrate Polymers**, v.174, p. 235–242, 2017.

OVANDO-MARTINEZ, M. et al. Comparative study on the properties of flour and starch films of plantain bananas (*Musa paradisiaca*). **Food Hydrocolloids**, v.30, p. 681-690, 2013.

PÉREZ, L.A. Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. **Food Chemistry**, v.113, n.1, p.121-126, 2009.

PERONI-OKITA, F.H et al. In vivo degradation of banana starch: Structural characterization of the degradation process. **Carbohydrate Polymers**, v.81,n.2, p. 291-299, 2010.

RACER-CABA, Z.; NILUFER-ERDIL, D. Resistant Starch. **Reference Module in Food Science**, 2018.

RAMBO, M.K.; FERREIRA M. Determination of cellulose crystallinity of banana residues using near infrared spectroscopy and multivariate analysis. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. v. 26, n.7, p.1491-1499, 2015.

RAYO, L.M. et al. Production of instant green banana flour (*Musa cavendishii*). **LWT - Food Science and Technology**, v.63, n.1, p. 461-469, 2015.

RIVERA-CORONA, J.L. et al. Thermal, structural and rheological properties of sorghum starch with cactus mucilage addition. **LWT - Food Science and Technology**, v.59, p.806-812, 2014.

SARAWONG, C. et al. Effect of extrusion cooking on the physicochemical properties, resistant starch, phenolic content and antioxidant capacities of green banana flour. **Food Chemistry**, v.143, n.1, p.33–39, 2014.

SILVERSTEIN, R. et al. **Spectrometric identification of organic compounds**, 7ed. New York: College of Environmental Science & Forestry. 2005, 455p.

SOMEYA, S. et al. Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*). **Food Chemistry**, v.79, n.1, p. 351–354, 2002.

TEIXEIRA, N.C. et al. Resistant starch content among several sorghum (*Sorghum bicolor*) genotypes and the effect of heat treatment on resistant starch retention in two genotypes. **Food Chemistry**, v.197, n.15, p. 291-296, 2016.

TRIBESS, T.B. et al. Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. **LWT-Food Science and Technology**, v. 42, n.5, p. 1022-1025, 2009.

UTRILLA-COELLO, R.G. et al. of banana starches. **Carbohydrate Polymers**, v. 101, p.154– 162, 2014.

VALLE, H. F. Yes, nós temos banana – Histórias e Receitas com biomassa de banana verde. 2º ed. São Paulo: **Editora SENAC**, 2004 251 p.

VON, L.H.W. **Bananas**, 2 ed. New York: Interscience Publishers. 1950, 52–66 p.

WANG, J. et al. Changes in resistant starch from two banana cultivars during postharvest storage. **Food Chemistry**, v.156, p.319–325, 2014.

WILLIS, H.J. et al. Greater satiety response with resistant starch and corn bran in human subjects. **Nutrition Research**, v. 29, n. 2, p.100-105, 2009.

WU, X. et al. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.52, n.12, p. 4026-4037, 2004.

YUAN, Y. et al. Metabolomic analyses of banana during postharvest senescence by ^1H -high resolution-NMR. **Food Chemistry**, v. 218, p. 406–412, 2017.

ZHANG, P. et al. Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility—a review. **Carbohydrate Polymers**, v.59, n.4, p. 443-458, 2005.

CAPÍTULO II

PRODUÇÃO DE BANANADAS COM ADIÇÃO DE BIOMASSA DE BANANA VERDE E FARINHA DE SORGO E AVALIAÇÃO SENSORIAL

Aline Cristina Pinheiro Amorim de Melo^{a,b} Natália de Carvalho Teixeira^{a,b}, Ana Paula de Carvalho Teixeira^c, , Thayana Oliveira Soares^b, Valéria Aparecida Vieira Queiroz^d, Marlene Azevedo Magalhães Monteiro^e Lúcia Helena Esteves dos Santos Laboissière^b, Maria Aparecida Vieira Teixeira Garcia^b, Roberto Gonçalves Junqueira^{a,b*}

^aPrograma de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais, 31270-010, Belo Horizonte, MG, Brazil.

^bDepartamento de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil.

^cDepartamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil.

^dEmbrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, Brazil.

^eDepartamento de Nutrição, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil.

RESUMO

O perfil sensorial de bananadas com biomassa de banana verde (BBV) e farinha de sorgo (FS) (BRS 310) foi avaliado utilizando-se metodologia descritiva (*Check All That Apply* - CATA) e testes de aceitação. Os testes foram realizados em 2 sessões com 120 consumidores. Na avaliação por descritores do CATA, 23 dos 29 termos originalmente empregados foram selecionados após o teste Q de *Cochran*. O número de descritores de termos utilizados nas quatro categorias foi: aparência: 06; aroma: 02; textura: 09 e sabor: 06. No teste de aceitação, as amostras apresentaram um bom desempenho, uma vez que nenhuma delas apresentou notas na área de rejeição. Os consumidores valorizavam a saudabilidade dos produtos, levando em consideração as características sensoriais da nova formulação.

Palavras Chaves: Análise Sensorial. *Check All That Apply*. Amido Resistente. Bananadas.

ABSTRACT

The sensorial profile of banana plants with green banana biomass (BBV) and sorghum flour (FS) (BRS 310) was evaluated using a descriptive methodology (Check All That Apply - CATA) and acceptance tests. The tests were performed in 2 sessions with 120 consumers. In the evaluation by CATA descriptors, 23 of the 29 terms originally employed were selected after the Cochran Q test. The number of terms descriptors used in the four categories was: appearance: 06; aroma: 02; texture: 09 and flavor: 06. In the acceptance test, the samples presented a good performance, since none of them presented notes in the rejection area. Consumers valued the health of the products, taking into account the sensory characteristics of the new formulation.

Keywords: Sensory Analysis. *Check All That Apply*. Resistant Starch. Bananada

1. INTRODUÇÃO

Consumidores exigentes em busca de uma alimentação saudável têm impulsionado inúmeros estudos para o desenvolvimento de formulações com ingredientes que possam beneficiar a saúde e aumentar a longevidade, estimulando, por exemplo, a utilização de cereais integrais (como o sorgo), frutas (como a banana verde), componentes antioxidantes, ricos em fibras, amido resistente, entre outros (PAUCAR-MENACHO et al., 2008; EMPKA et al., 2008; KHAN et al., 2013; BUDDRICK, et al., 2015; KAHRAMAN, KOKSEL & PERRY, 2015; TEIXEIRA, 2016).

Dentre os componentes com características de funcionalidade pode-se destacar a dextrina resistente ou amido resistente (AR) (ENGLYST et al., 1992). O AR é um componente natural encontrado em alimentos como o sorgo (KHAN et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2016) e a banana verde (PEREIRA, 2007; WANG et al., 2014).

Estudos já demonstraram o benefício da ingestão do AR na redução da incidência do câncer de colón (LIU, XU, 2008), na redução dos níveis de colesterol total (BRITES et al., 2011; KIM et al., 2003), no aumento da saciedade (WILLIS et al., 2009), na influência da tolerância oral à glicose (CARDENETTE, 2006) e na atividade anti-inflamatória (SCARMINIO et al., 2012).

Cioffi e colaboradores (2015) um estudo realizado em um refeitório da Universidade de Cornell (NY, USA) indicou que os rótulos nutricionais foram eficazes para mudar o comportamento de compra de alimentos ricos em gorduras.

Desta forma, a formulação de um produto inédito que agregue saudabilidade e sabor devem basear-se não apenas as características sensoriais, mas também, em aspectos nutricionais, demonstrando a grande importância da utilização das ferramentas da análise sensorial.

A Análise Sensorial é uma ferramenta analítica importante para determinar a aceitação e preferência global de um produto por meio de vários aspectos das características sensoriais do mesmo (aroma, sabor, aparência e textura) (MEILGAARD et al., 2007; MESSIA et al., 2016).

A aplicação desta metodologia é útil para avaliar o posicionamento de um produto no mercado, para direcionar as tomadas de decisões de *marketing* relativas aos produtos, além de contribuir para a avaliação da segmentação do mercado, relacionamento com o cliente, publicidade e estratégias políticas de preços (IANNARIO et al., 2012).

Entre os métodos sensoriais destacam-se os descritivos que visam caracterizar produtos, além de traçar o perfil sensorial dos mesmos. Entre eles, o mais empregado é a Análise Descritiva Quantitativa - ADQ (MEILGAARD, 2007). A ADQ apesar de ser um método consagrado na literatura, é considerada por muitos pesquisadores dispendioso do ponto de vista de aplicação e operacionalização (CADENA et al., 2014). Por isso, há uma crescente demanda por metodologias mais práticas e inovadoras, como o *Flash Profilin*, o *Napping* e o *Check All That Apply* (CATA) a fim de se obter informações para traçar o perfil sensorial dos produtos de forma mais rápida e mantendo-se a precisão (LADO et al., 2012; VARELA, ARES, 2012, GÁMBARO et al., 2017).

A metodologia do CATA foi criada devido à necessidade de desenvolver um método confiável e rápido para caracterização sensorial dos produtos devido às dificuldades da indústria de alimentos na aplicação rotineira de análises descritivas para desenvolvimento de novos produtos (HENRIQUE, DELIZA, ROSENTHAL, 2015; GÁMBARO et al., 2017).

O objetivo deste trabalho foi à produção de bananadas enriquecidas com biomassa de banana verde (BBV) e farinha de sorgo (FS) e avaliação sensorial das bananadas desenvolvidas

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material e grupo humano

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise Sensorial e Estudos com Consumidores (LASEC), do Departamento de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG, Belo Horizonte, MG. Foram desenvolvidas e testadas sensorialmente seis tipos de bananadas. Todas as formulações tiveram como base uma bananada tradicional, feita com polpa de banana (*Musa Cavendish*), sacarose e suco de limão (Padrão). Nas demais formulações foram incorporadas BBV e FS (BRS-310) em diferentes proporções (Tabela 1) reduzindo, assim, o conteúdo total de açúcar. Um teste-preliminar foi realizado para verificar as possíveis proporções de incorporação da BBV e da FS. Nestes testes foram incorporados 30%, 25% e 20% destes ingredientes, entretanto o produto com maior percentual de BBV para estas proporções ficaram mole, por isso adotou-se o percentual de incorporação de no

máximo de 15%. A FS foi doada pela EMPRAPA Milho e Sorgo e as bananas para produção da BBV foi doada por um produtor de Taquaraçu de Minas.

Tabela 1 – Proporção de ingredientes usados na formulação

Formulação*	Açúcar (%)	BBV (%)	FS (%)
Padrão	33,5	-	-
100%BBV	18,5	15	-
75% BBV	18,5	11,25	3,75
50% BBV /FS	18,5	7,5	7,5
75%FS	18,5	3,75	11,25
100%FS	18,5	-	15

* Substituição de 15 g de açúcar por BBV e/ou FS

A BBV foi preparada nos laboratórios do Setor de Operações, Processamento e Tecnologia de Alimentos (SOPT) do Departamento de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais. As bananas foram submetidas a processamento térmico em autoclave por 12 minutos. A água utilizada no equipamento foi suficiente para cobrir as bananas. Após o início da saída de vapor do equipamento, a válvula de purga não foi fechada e o equipamento operou no nível máximo. Ao fim processamento, a autoclave foi desligada, permitindo que o vapor saísse naturalmente durante 5 minutos. Ainda com as bananas quentes com o auxílio de uma pinça, as cascas foram removidas. Por fim, a banana foi processada por 3 minutos em um processador de Alimentos Walita Master Plus® a fim de obter uma pasta homogênea e espessa. A biomassa empregada neste estudo teve os melhores parâmetros de obtenção previamente testada para preservar seu conteúdo de AR. As bananadas foram produzidas em uma indústria de processamento de doce de frutas (Frutabella) na cidade de Baldim – MG.

Para os testes sensoriais foram recrutados 120 provadores e o critério de inclusão foi gostar de doce de banana. Foram excluídos do estudo os indivíduos que apresentassem qualquer restrição de saúde (diabetes, alergias ou gripe) impossibilitasse ou tornasse não recomendável a sua participação na avaliação sensorial. Para a caracterização dos participantes, cada indivíduo preencheu um

questionário sócio demográfico. A participação no estudo teve caráter voluntário, e para tal os julgadores receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Este trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética para Pesquisa com Seres Humanos da UFMG (protocolos n°03591312.0.0000.5149) e (n°42681314.0.0000.5149).

2.2 Métodos

As seis amostras foram servidas em uma porção de 15 g e embaladas em um filme de polipropileno transparente, a temperatura ambiente, codificadas com algarismos aleatórios de três dígitos, de forma monádica. Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais equipadas com computadores incidindo luz branca. Foi adotado o delineamento de blocos incompletos balanceados aleatorizados (MACFIE et al., 1989). Entre uma amostra e outra foi oferecida água aos participantes para a limpeza do palato.

Cada participante teve acesso a uma ficha *on-line* de avaliação correspondente a cada amostra também codificadas com algarismos de três dígitos, as instruções a seguir foram apresentadas na tela.

2.2.1 Avaliação da Aceitação e da Expectativa

A aceitação das seis amostras de bananadas foi avaliada de três formas: um teste cego, um teste sobre as expectativas e outro informado. No teste cego os provadores recebiam apenas as amostras e as fichas hedônicas, sem informação sobre a composição do produto. Na seção do teste informado os provadores realizavam primeiro o teste de expectativa e depois eram orientados a fazer o teste informado (amostra com informações sobre composição). Nos testes de expectativa e no teste informado a ficha de todas as amostras havia informação sobre o que é o AR e quais são os seus benefícios para a saúde. Para a amostra padrão, a informação era acompanhada da frase “Não contém Amido Resistente”. Para as demais amostras foi informado o teor de FS e de BBV em cada uma, e que os produtos continham AR.

Para avaliação da aceitação foram utilizadas fichas *on-line* e empregou-se a escala hedônica nominal de 9 pontos, na qual o ponto âncora inferior correspondia a “desgostei extremamente”, o ponto âncora superior a “gostei extremamente” e o

ponto central a “não gostei nem desgostei”. As características avaliadas foram aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Foi respeitado um intervalo mínimo de 72 horas entre a realização da primeira e da segunda sessão de testes sensoriais (MEILGAARD, 2007). Antes de receber as amostras no teste informado na segunda sessão, os provadores respondiam a uma ficha apenas com as informações sobre as amostras a fim de avaliar a expectativa dos julgadores com base nas informações sobre o produto.

2.2.2 CATA

Foram empregados um total de 29 descritores levantados previamente em um grupo focal com uma equipe de analistas sensoriais do LASEC. Neste ensaio preliminar oito pesquisadores do LASEC fizeram o levantamento dos termos que melhor descreviam as amostras que posteriormente foram utilizadas no teste do CATA. Os termos descritores apresentados para os consumidores foram organizados em quatro categorias: aparência: 09 termos; aroma: 04 termos; textura: 09 termos e sabor: 07 termos.

A análise dos dados do CATA foi realizada por meio do teste estatístico não paramétrico Q de *Cochran*, a fim de determinar se os consumidores eram capazes de perceber diferenças significativas entre as amostras, em relação a cada um dos 29 termos descritores utilizados. A expressão estatística utilizada para testar a diferença entre k tratamentos, considerando uma planilha com a disposição dos dados contendo n linhas (consumidores) e k colunas (amostras) foi a seguinte:

$$Q = \frac{(k - 1) \left[k \sum_{j=1}^k G_j^2 - \left(\sum_{j=1}^k G_j \right)^2 \right]}{k \sum_{i=1}^n L_i - \sum_{j=1}^n L_i^2}$$

em que G_j é o total da coluna j e L_i o total da linha i. A estatística Q acima segue aproximadamente a distribuição de Qui-quadrado com k-1 graus de liberdade (TARANCÓN et al., 2015).

Uma matriz de dados para cada termo empregado foi criada para aplicação do Teste Q de *Cochran*. Para avaliar a variabilidade nas frequências de menção de atributos significativos foi utilizada a Análise de Correspondência (TARANCÓN et al., 2015). Foi empregado o *software* XLSTAT 2014.5.03 (2014) para a análise estatística dos dados.

2.2.3 Saudabilidade e *Willingness To Pay*

O grau de percepção de saudabilidade foi avaliado no final de cada ficha de avaliação. Os provadores assinalavam o quão saudável consideravam aquela amostra testada por meio de uma escala híbrida de 9 pontos, na qual o ponto âncora inferior corresponde a “extremamente não saudável”, o ponto âncora superior a “extremamente saudável” e o ponto central a “nem saudável, nem não saudável” (CARRILLO, VARELA, FISZMAN, 2012).

Para cada amostra avaliada os provadores indicavam se estariam dispostos a comprar aquele produto em teste e, em caso afirmativo, o quanto estariam dispostos a pagar por uma porção de 15 g (1 unidade). O teste levou em consideração intervalos de valores baseados no preço de mercado, em uma tentativa de se aproximar da metodologia *Willingness To Pay* (WTP), tradicionalmente avaliado pelo método Becker-DeGroot-Marschack - BDM (BECKER et al., 1964). Os intervalos de valores propostos nas opções de resposta foram: “compraria por menos que R\$0,40”; “compraria por R\$0,41 a R\$0,50”; “compraria por R\$0,51 a R\$0,60”; “compraria por R\$0,61 a R\$0,70”; “compraria por mais que R\$0,70”. Os dados da WTP modificada foram tratados por Análise de Distribuição de Frequência.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização dos provadores

A grande maioria dos provadores que participou dos testes sensoriais foi do gênero feminino, com faixa etária entre 15 a 25 anos (Tabela 2). Nenhum dos participantes apresentou restrição ao consumo de bananada, 34,0% dos provadores utilizavam algum tipo de medicamento, e apenas 2,0 % declararam seguir algum tipo de dieta.

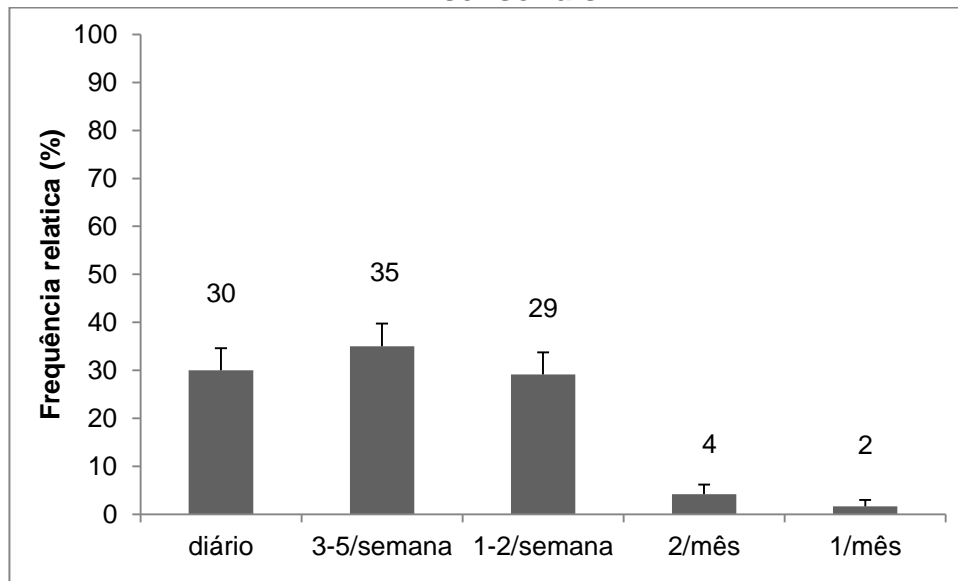
Com a relação à frequência de consumo de doces, observou-se que 30,0 % dos provadores consomem algum tipo de sobremesa diariamente, o valor é semelhante aos que consomem da 1 a 2 vezes por semana (29,0%). Mais de um terço dos participantes apresentaram uma média de consumo de 3 a 5 vezes por semana (35,0%) (Figura 1).

Tabela 2 - Caracterização sócia demográfica dos participantes dos testes de sensoriais de bananada.

Variável	%
Sexo	
Feminino	78
Masculino	22
Idade	
15-25 anos	69
26-35 anos	27
36-45 anos	4
Uso de medicamentos	
Sim	34
Não	66
Dieta especial	
Sim	2
Não	98

n=120

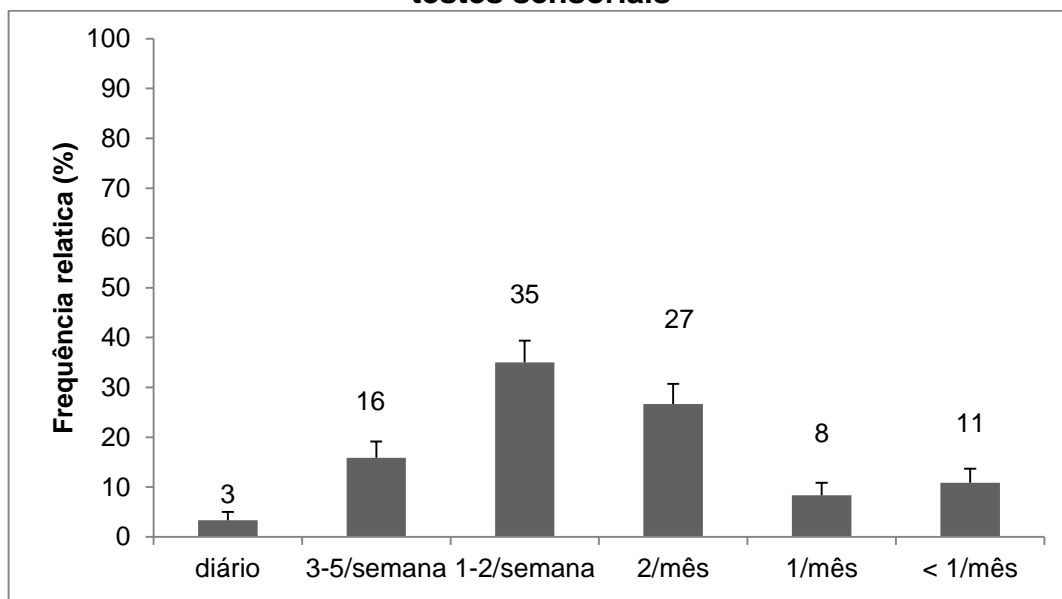
Figura 1 - Frequência de consumo de doces dos provadores dos testes sensoriais



n=120

O consumo de doces de frutas é um hábito diário para apenas 3,0% dos provadores. 16,0% apresentaram uma média de consumo de 3 a 5 vezes por semana e um número maior de participantes (35%) consomem doces de frutas 1 a 2 vezes por semana (Figura 2).

Figura 2 - Frequência de consumo de doces de frutas dos provadores dos testes sensoriais

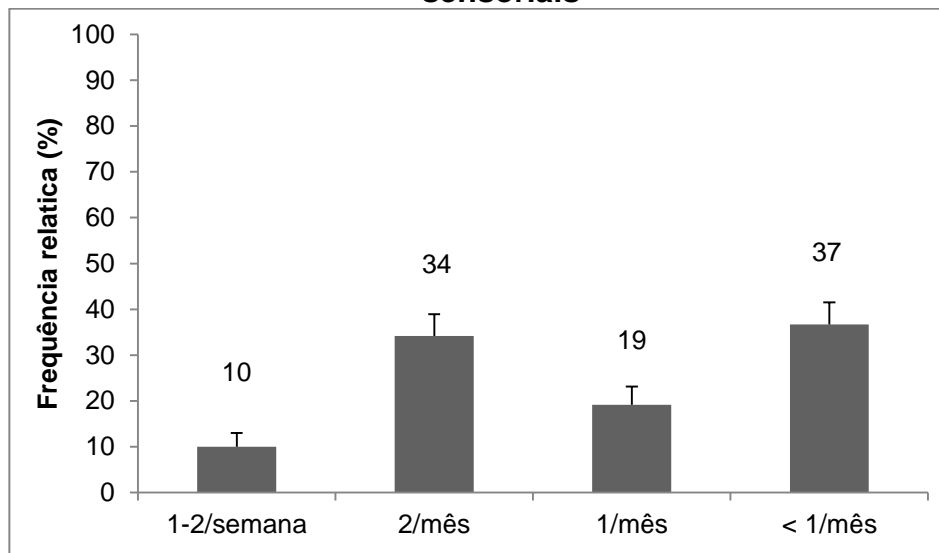


n=120

Especificamente com relação ao consumo de bananada, 10,0% dos provadores consomem da 1 a 2 vezes por semana e 34,0% de 15 em 15 dias. O consumo de 1 vez por mês é uma hábito de 19,0% dos avaliadores. O consumo inferior a 1 vez por mês foi sinalizado por 37,0% dos provadores (Figura 3).

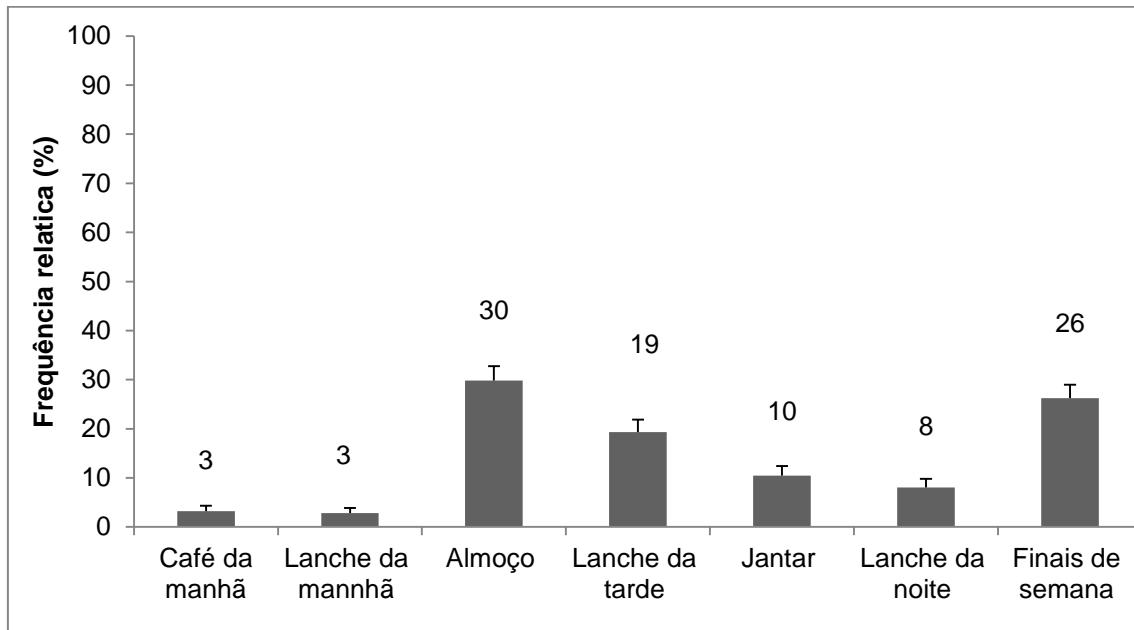
O horário mais frequente de consumo de doce foi o de almoço, seguido pelo lanche da tarde. Observou-se que 65,0% dos provadores relataram consumir doces nos finais de semana, e apenas 15,0% declaram consumir deste tipo de alimento no período da manhã. Assim, nota-se que um número grande dos participantes consome doce como sobremesa (Figura 4).

Figura 3 - Frequência de consumo de bananadas dos provadores dos testes sensoriais



n=120

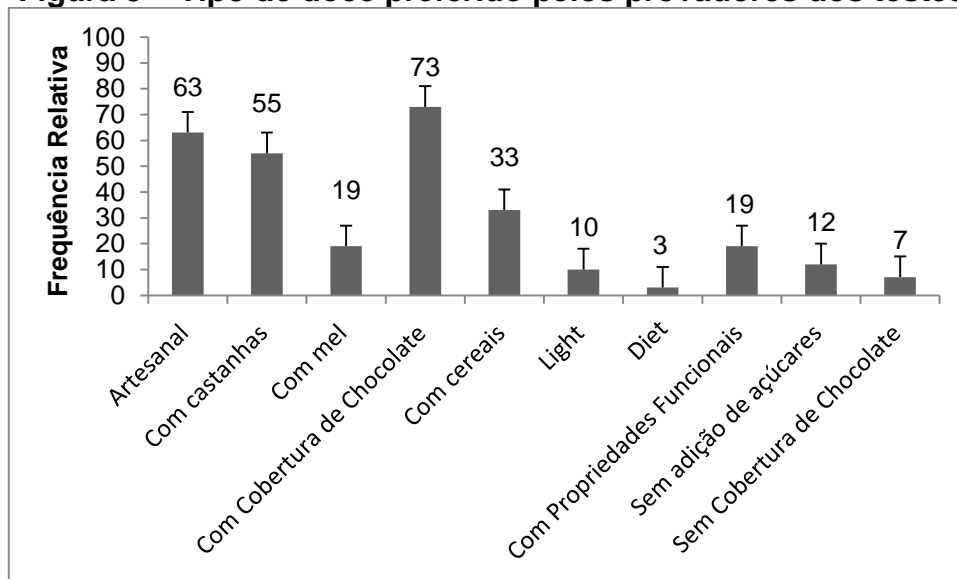
Figura 4 – Horário habitual de consumo de doce dos provadores dos testes sensoriais.



n = 120

Os doces com cobertura de chocolate foram os mais preferidos pelos provadores, seguidos do tipo artesanal e com castanhas na formulação. Os doces do tipo *light* e *diet* foram os menos citados (Figura 5).

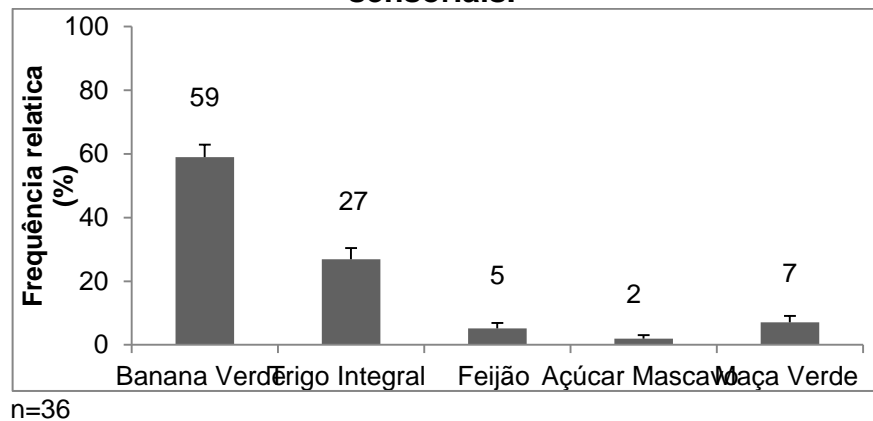
Figura 5 – Tipo de doce preferido pelos provadores dos testes sensoriais



n=120

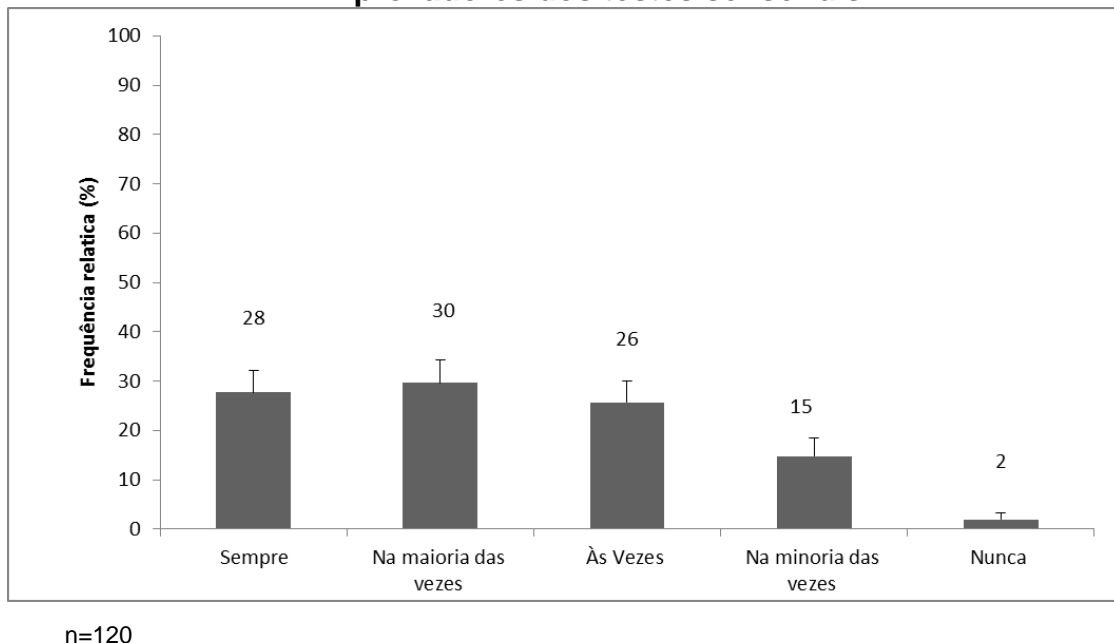
O conhecimento sobre a função do AR foi questionado e os dados demonstraram que apenas 30,0% dos participantes tinham conhecimento sobre a funcionalidade do AR. Deste público, 59,0% sinalizou corretamente que a banana verde é uma fonte de AR. Entretanto, 27,0% citou também o trigo integral que, por sua vez, não é uma fonte AR. Este fato indica que apesar de seu apelo de funcionalidade, os consumidores ainda confundem os alimentos fontes de AR (Figura 6).

Figura 6 – Alimentos fontes de AR citados pelos provadores dos testes sensoriais.



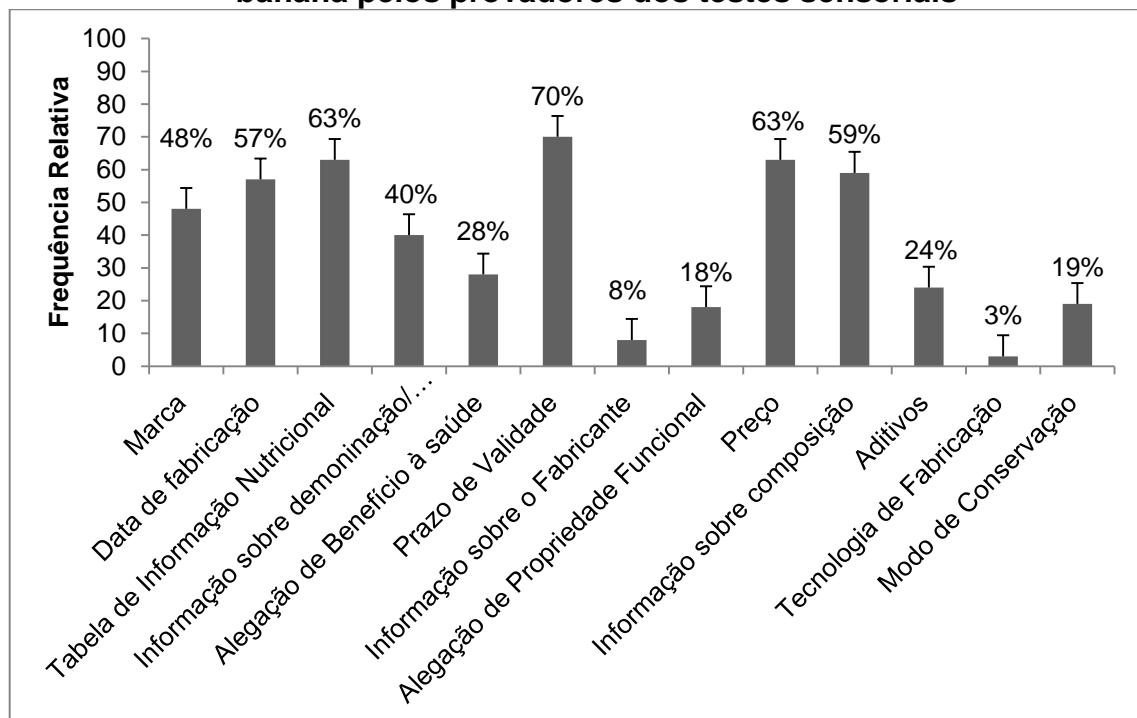
Em relação a frequência da observação dos dizeres de rotulagem notou-se que uma grande parte dos provadores possui o hábito de sempre os avaliarem, 30,0% observam as embalagens na maioria das vezes, e 28,0% sempre avaliam a rotulagem dos produtos que consomem (Figura 7).

Figura 7 – Frequência de observação dos dizeres de rotulagem pelos provadores dos testes sensoriais.



Os dados demonstraram que o prazo de validade seguido pelo preço e as informações nutricionais são os itens mais observados na avaliação das embalagens e nas informações de rotulagens dos doces consumidos pelos avaliadores. Os itens que possuem menor impacto são as informações sobre a tecnologia de fabricação e informações sobre os fabricantes. A alegação de benefício à saúde e a alegação de propriedade funcional foram citados por 28,0% e 18,0% dos consumidores, respectivamente (Figura 8).

Figura 8 - Itens observados mais frequentemente na aquisição de doces de banana pelos provadores dos testes sensoriais



n=120

3.2 Testes de aceitação

Os resultados do teste cego de aceitação estão expressos na Tabela 3. As pontuações mais elevadas para todas as características sensoriais avaliadas foram observadas nas amostras Padrão e 100%BBV.

Tabela 3 – Aceitação no teste cego das seis amostras de bananada

Amostras	Aparência	Aroma	Textura	Sabor	Impressão Global
Padrão	6,88 ^a ± 1,82	6,65 ^a ± 1,75	7,10 ^a ± 2,20	7,20 ^a ± 2,11	7,08 ^a ± 2,06
100% BBV	7,13 ^a ± 1,90	6,65 ^a ± 1,73	6,83 ^a ± 2,10	7,17 ^a ± 2,04	6,90 ^a ± 1,99
75% BBV	6,25 ^a ± 1,61	6,95 ^a ± 1,77	6,15 ^{ab} ± 1,91	6,33 ^{ab} ± 1,87	6,13 ^{ab} ± 1,90
50%BBV/FS	6,85 ^a ± 1,81	6,53 ^a ± 1,69	6,28 ^{ab} ± 2,00	6,71 ^a ± 1,82	6,45 ^{ab} ± 1,82
75%FS	6,53 ^a ± 1,73	6,52 ^a ± 1,72	6,15 ^{ab} ± 1,95	6,33 ^{ab} ± 1,84	6,30 ^{ab} ± 1,81
100%FS	6,62 ^a ± 1,71	6,40 ^a ± 1,62	5,41 ^b ± 1,72	5,40 ^b ± 1,53	5,45 ^b ± 1,54

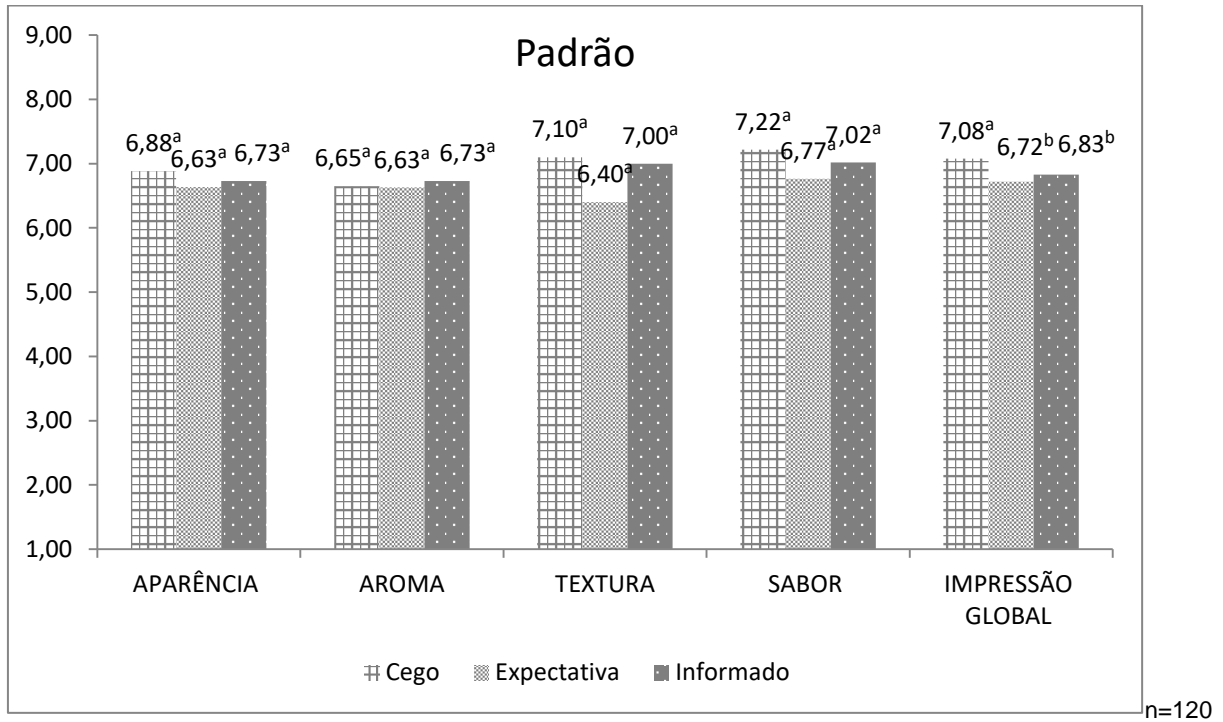
n=120

Letras minúsculas sobrescritas diferentes (a-b) na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o teor de amido resistente significativo nas seis amostras de bananada desenvolvidas, como determinado utilizando o teste de Tukey. Padrão: 33,5%açúcar+76,5%banana madura; 100%BBV:18,5% sacarose+15%BBV; 75%BBV: 18,5% sacarose+11,25%BBV+3,75%FS; 50%BBV/FS:18,5% sacarose+7,5%BBV+7,5%FS; 75%FS: 18,5% sacarose+3,75%BBV+11,25%FS; 100%FS: 18,5% sacarose+15%FS.

Em relação à aparência e ao aroma, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre nenhuma das notas das médias no teste cego das amostras, e todas apresentaram notas na área de aceitação positiva. Somente a média da textura da bananada 100%FS foi considerada significativamente ($p < 0,05$) menor do que as amostras Padrão e 100%BBV, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) em relação às demais amostras. Resultado semelhante foi observado também para a impressão global, em que a bananada 100%FS teve média significativamente ($p < 0,05$) inferior às amostras Padrão e 100%BBV sem diferença significativa ($p > 0,05$) às demais amostras. Já para a característica de sabor, as amostras Padrão, 100%BBV e 50%BBV/FS tiveram médias significativamente ($p < 0,05$) superiores a amostra 100%FS, porém não diferindo ($p > 0,05$) das demais amostras.

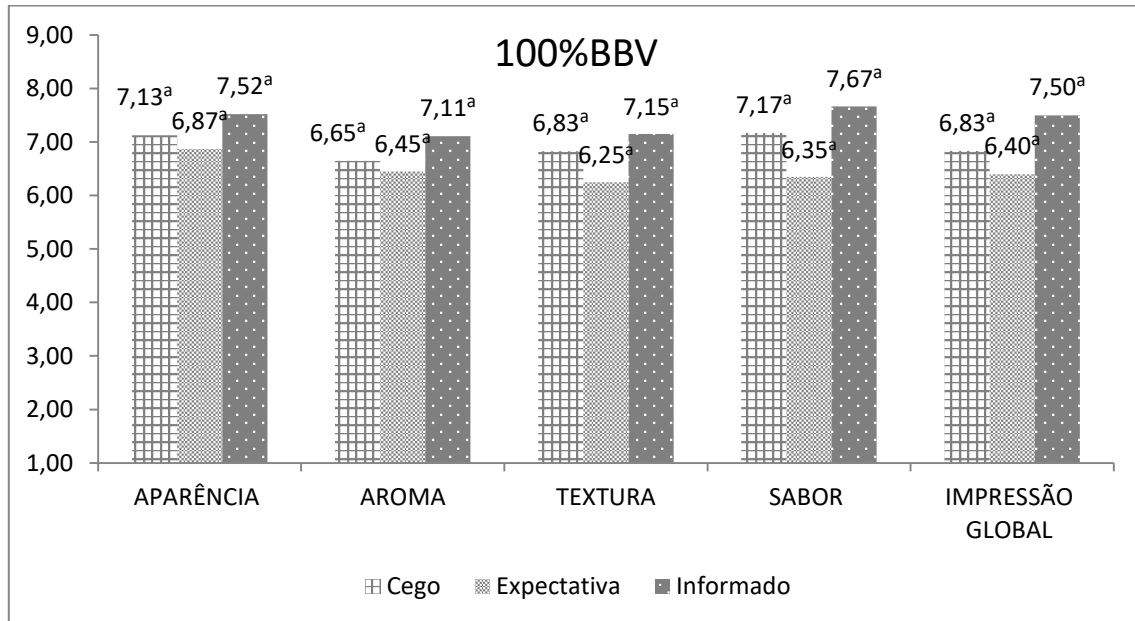
A comparação das médias da amostra Padrão nos três testes (Cego, Expectativa e Informado) é apresentada na Figura 9. As características aparência, aroma, textura e sabor não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre si. Todas as médias encontram-se na área de aceitação positiva. A impressão global no teste cego apresentou média significativamente superior ($p < 0,05$) aos testes de expectativa e informado.

Figura 9 – Comparação das médias da amostra Padrão nos três testes sensoriais.



As amostras 100%BBV apresentaram médias na área de aceitação positiva nos três testes (Cego, Expectativa e Informado) para as características de aparência, aroma, textura e sabor, não sendo significativamente diferentes entre si ($p < 0,05$) (Figura 10). As médias da impressão global também não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) nos três testes realizados e as médias ficaram situadas entre o ponto hedônico “gostei muito” e o ponto central “não gostei nem desgostei”.

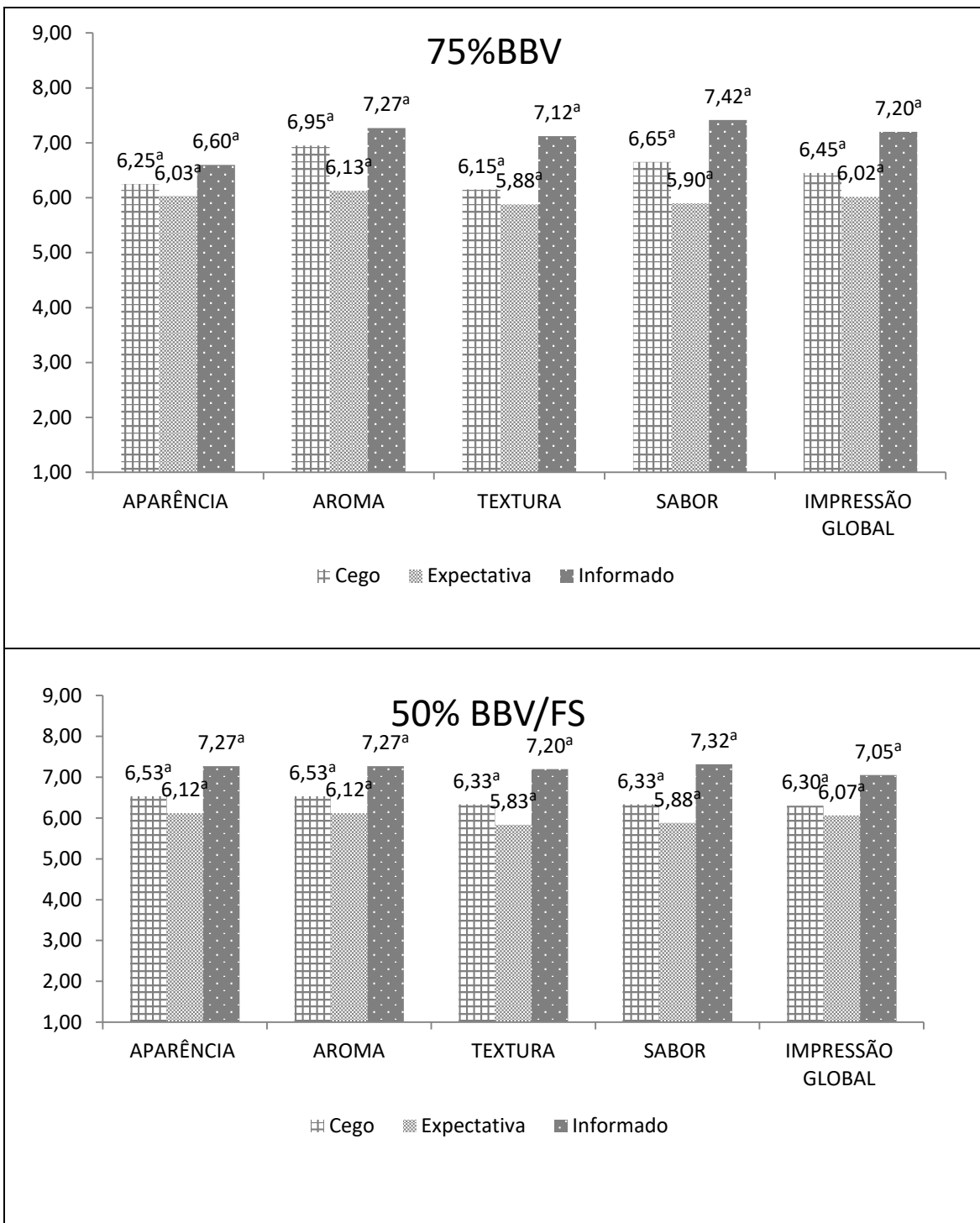
Figura 10 – Comparação das médias da amostra 100%BBV nos três testes sensoriais.



n=120

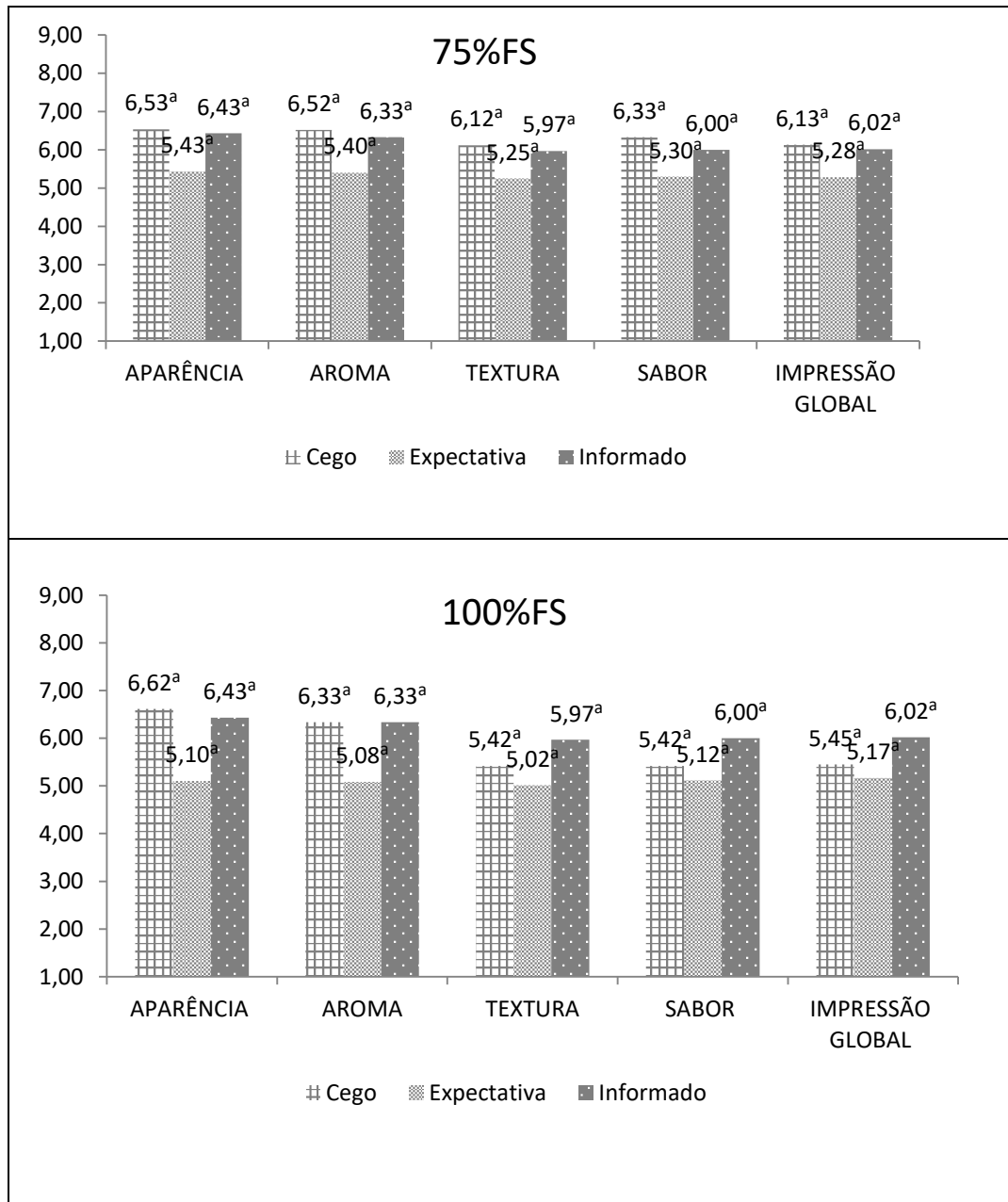
Um comportamento semelhante foi observado para as demais amostras com biomassa na formulação (Figura 11). As amostras 75%BBV e 50%BBV/FS também apresentaram médias situadas entre o ponto “gostei muito” e o ponto central “não gostei nem desgostei” para as características de aparência, aroma, textura e sabor. Quando comparado à média destas amostras nos três testes (Cego, Expectativa e Informado) observou-se que mesmas não foram significativamente diferentes ($p < 0,05$). As médias da impressão global corroboram para confirmar o resultado para ambas as amostras, em que os provadores avaliaram positivamente as formulações nos três testes realizados, porém sem diferença significativa entre as médias das notas entre as sessões ($p < 0,05$).

Figura 11 – Comparação das médias das amostras 75%BBV e 50%BBV/FS nos três testes sensoriais.



Para as amostras com os maiores teores de FS (75%FS e 100%FS) as médias revelaram uma aceitação positiva, porém situadas entre o ponto “gostei modernamente” e o ponto central “não gostei nem desgostei” para as características de aparência, aroma, textura e sabor (FIGURA 12).

Figura 12 – Comparação das médias das amostras 75%FS e 100%FS nos três testes sensoriais.



Para todas as características sensoriais analisadas e também para a impressão global não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias de ambas as amostras nos três testes sensoriais (Cego, Expectativa e Informado). Queiroz e colaboradores (2017) encontraram uma alta frequência de escores de aceitação positiva para bebidas balanceadas à base de sorgo. Já, Infante e colaboradores (2017), como no presente estudo, também observaram escores mais

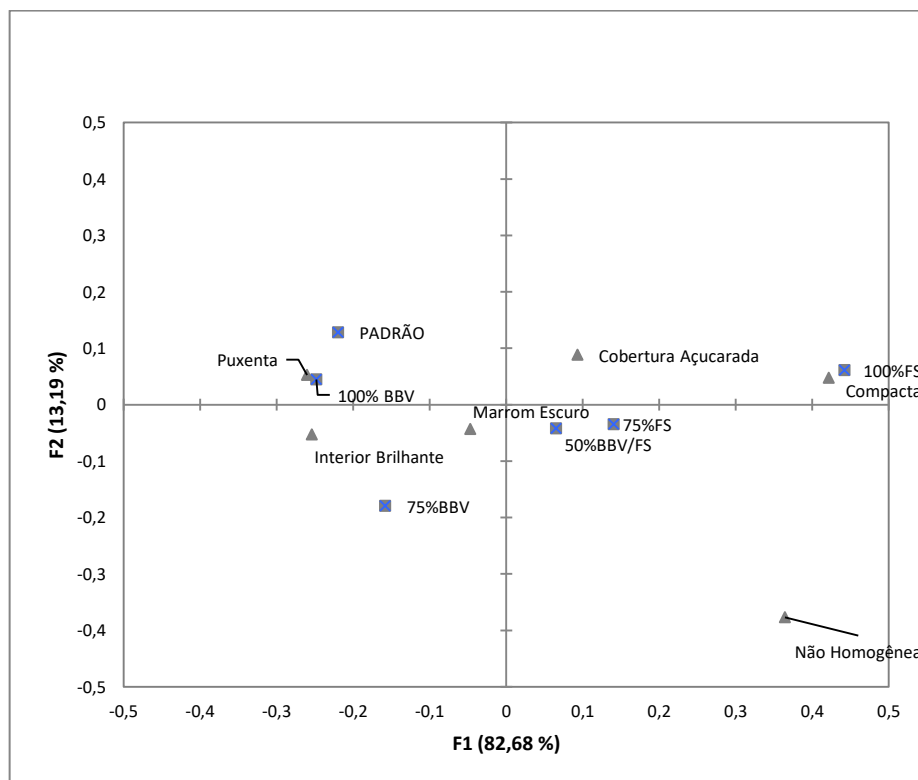
altos de aceitação para produtos à base de sorgo adicionados de outros ingredientes, demonstrando que os benefícios à saúde do sorgo podem ser melhor aproveitados quando este ingrediente é usado em combinação com um sabor mais suave.

3.3 CATA

Após a aplicação do teste de Q de *Cochran* foram selecionados 23 dos 29 termos descritores empregados. A quantidade de termos descritores nas quatro categorias foi: aparência: 06 termos; aroma: 02 termos; textura: 09 termos e sabor: 06 termos.

A Figura 13 apresenta os termos de aparência e quais amostras estão relacionadas a cada termo descritor. Para a descrição da aparência as duas primeiras dimensões da matriz de correlação explicam 95,88% da variabilidade global do conjunto de dados. A primeira e segunda dimensões respondem por 82,68% e 13,19% da variabilidade total, respectivamente.

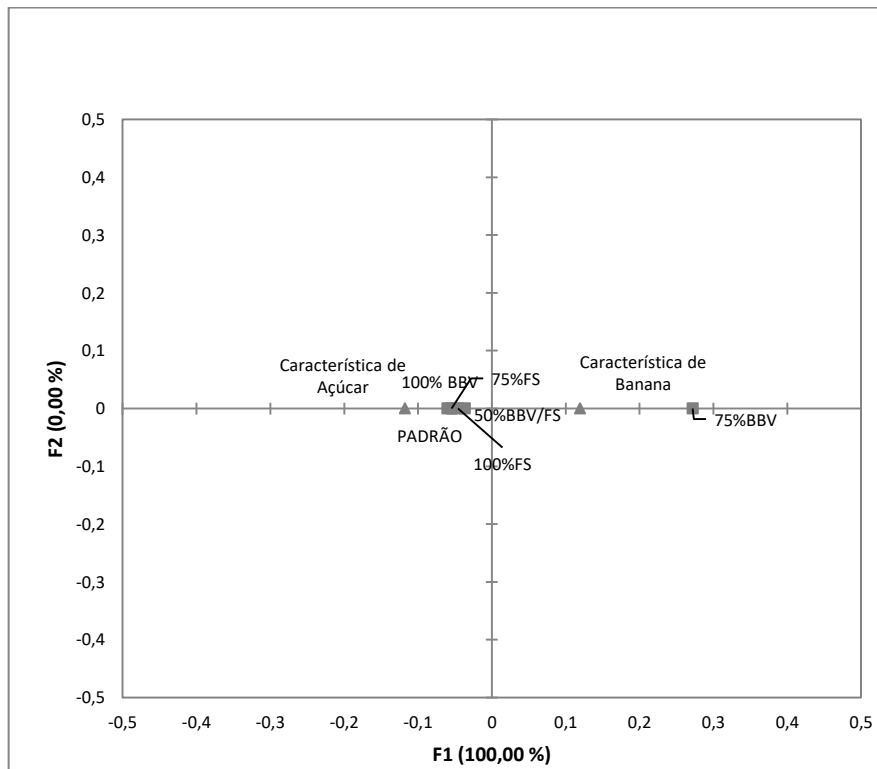
FIGURA 13 – Análise de correspondência para os descritores do CATA utilizados na avaliação das seis amostras de bananada quanto à Aparência.



As amostras Padrão e 100%BBV foram descritas como “Puxenta” pelos provadores. Os termos “Cobertura Açucarada” e “Compacta” descreveram a amostra 100%FS. “Marrom Escuro” e “Aparência não Homogênea” foram características de aparência apresentadas pelas amostras 75%FS e 50% BBV/FS. Por fim, os termos “Interior Brilhante” e “Marrom Escuro” foram mais vezes empregados para descrever a amostra 75%BBV. Os resultados sugerem que quanto maior é a porcentagem de FS, maior é a proximidade com o termo “Compacta”. Por sua vez, quanto menor é o teor deste ingrediente, mais a amostra relaciona-se com o termo “Puxenta”. A FS, portanto, parece ter modificado a aparência do produto, e pode estar relacionado com o fato de que a FS ser um produto com baixa umidade (TEIXEIRA, 2016).

Na descrição do aroma nas duas primeiras dimensões da matriz de correlação (FIGURA 14) explicam 100,00 % da variabilidade global do conjunto de dados.

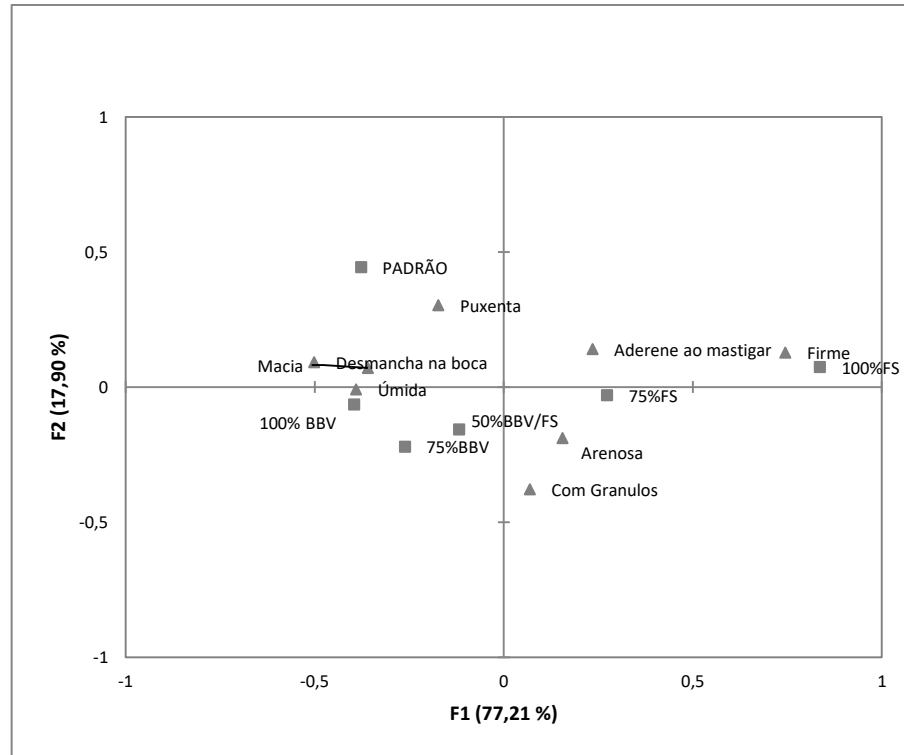
FIGURA 14 – Análise de correspondência para os descritores do CATA utilizados na avaliação das seis amostras de bananada quanto ao Aroma.



As amostras Padrão, 100%BBV, 50%BBV/FS, 75%FS e 100%FS apresentaram segundo os provadores aroma “Caraterístico de Açúcar” e no quadrante inverso a amostras 75%BBV apresentou aroma “Característico de banana”.

Para a categoria de textura (FIGURA 15) as duas primeiras dimensões da matriz de correlação explicam 95,11% da variabilidade global do conjunto de dados.

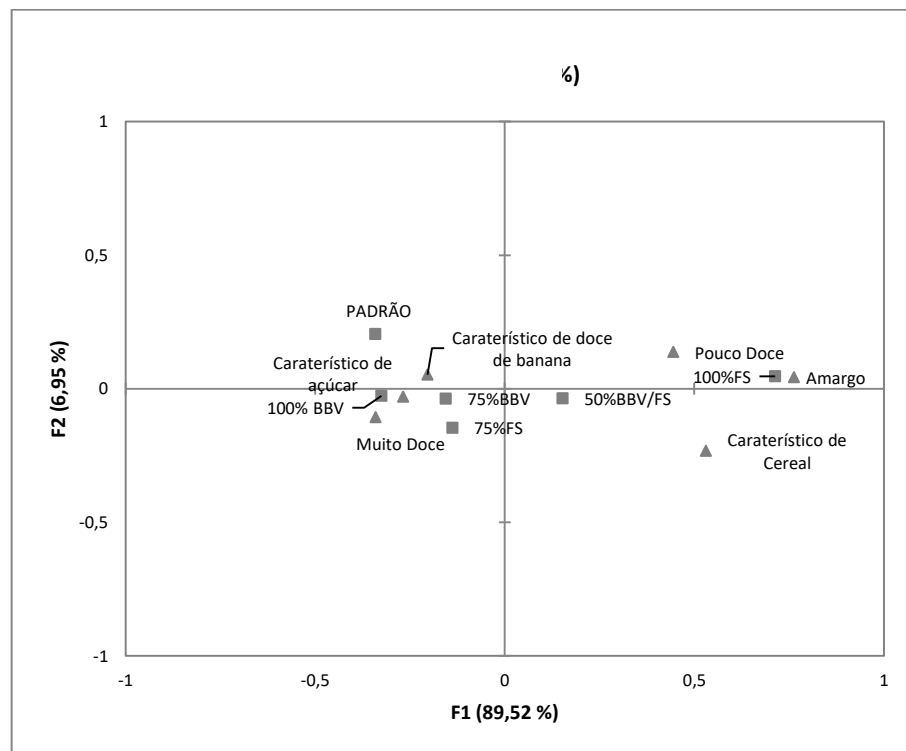
FIGURA 15 – Análise de correspondência para os descritores do CATA utilizados na avaliação das seis amostras de bananada quanto a Textura.



A textura da amostra Padrão foi descrita como “Puxenta”, “Macia” e “Desmancha na Boca”. Os termos “Adere ao mastigar” e “Firme” foram selecionados para descrever as amostras 75%FS e 100%FS. Essas amostras maior quantidade de farinha de sorgo na formulação, o que pode ter contribuído para promover tal textura. A amostra 75%FS também foi descrita como “Arenosa” e “Com Grânulos”. As amostras 100%BBV, 75% BBV e 50%BBV/FS foram descritas como “úmidas” pelos provadores. Assim como a aparência, a textura também parece ter sido modificada pela presença da FS, uma vez que as amostras com maior teor deste ingrediente foram associadas a termos que descrevem uma textura mais seca e heterogênea. A percepção de que as amostras com mais FS são mais arenosas e granulosas podem estar relacionadas com o fato de que elas foram elaboradas com uma farinha. Sua baixa umidade (TEIXEIRA, 2016) também pode explicar sua maior firmeza em relação às demais amostras.

O gráfico simétrico do sabor (FIGURA 16) para as duas primeiras dimensões da matriz de correlação explicam 96,47 % da variabilidade global do conjunto de dados.

FIGURA 16 – Análise de correspondência para os descritores do CATA utilizados na avaliação das seis amostras de bananada quanto ao Sabor.



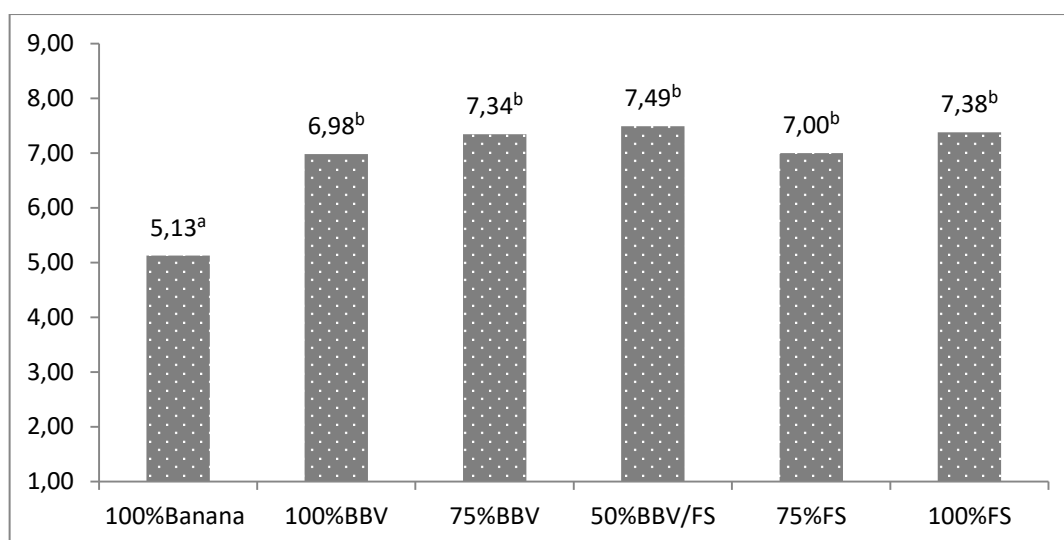
Os termos “Pouco Doce”, “Amargo” e “Característico de cereal” foram classificados pelos provadores para descrever as amostras 100%FS e 50% BBV/FS. As amostras Padrão, 100%BBV, 75%BBV e 75%FS apresentaram segundo os provadores sabor “Muito doce”, “Caraterístico de açúcar” e “Caraterístico de doce de banana”. Este comportamento pode estar relacionado ao fato de que a amostra Padrão apresenta maior teor de sacarose em sua composição. Por ser um cereal, era esperado que a amostra com maior teor de Sorgo de fato fosse caracterizada como tal.

3.4 Saudabilidade e *Willingness To Pay*

A percepção de saudabilidade foi avaliada e o resultado do teste informado demonstrou uma avaliação positiva das amostras que apresentavam em sua

formulação BBV e FS, que possuem AR. As médias das amostras com estes ingredientes foram significativamente maiores ($p > 0,05$) quando comparado à média da nota de saudabilidade da amostra Padrão, que não contém de AR. Sobremesas saudáveis sugeriram de uma própria necessidade dos consumidores, que buscam aliar sabor e uma alimentação equilibrada (AHOLA et al., 2016) Para todas as amostras, as médias das notas ficaram situadas entre o ponto âncora superior “extremamente saudável” e o ponto central “nem saudável, nem não saudável” (FIGURA 17).

FIGURA 17 – Comparação das médias das notas de saudabilidade no teste informado

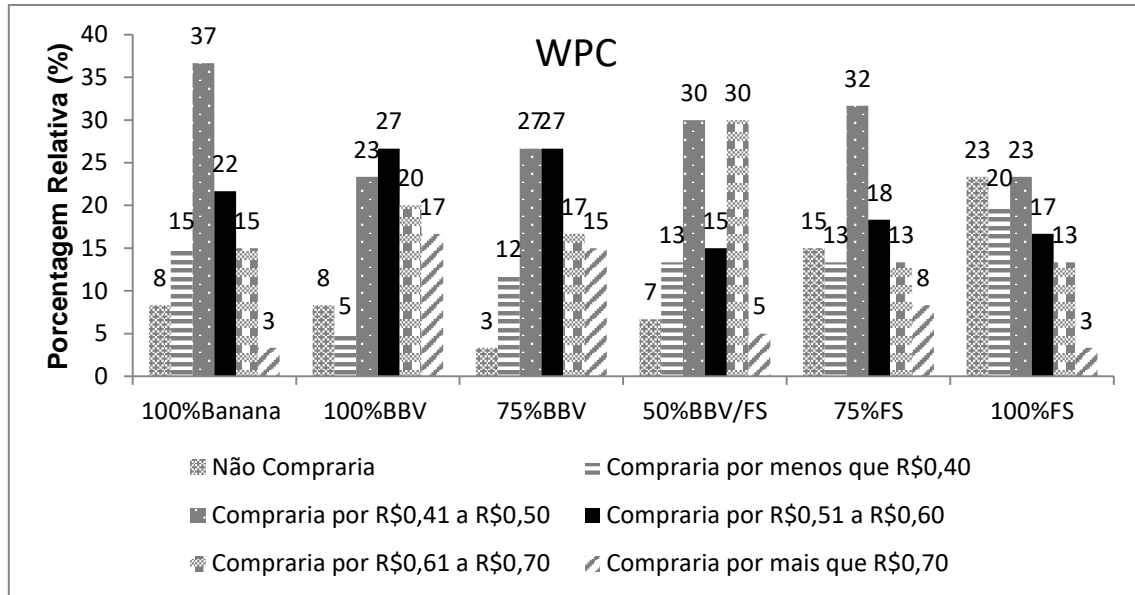


n=120

A disposição a pagar foi questionada no teste informado e os resultados estão expressos na FIGURA 18. Os resultados demonstraram que 37,0% dos provadores estariam dispostos a pagar entre R\$ 0,41 à 0,50 centavos pela formulação Padrão. Já para o produto com 100%BBV, 27,0% dos provadores comprariam o produto por R\$ 0,51 à 0,60 centavos e 23,0% estariam dispostos a pagar entre R\$ 0,41 à 0,50 centavos. O produto que apresentou na sua formulação os dois ingredientes funcionais (biomassa e farinha de sorgo) nas mesmas proporções, apresentou maior percentual de provadores (30,0%) dispostos a pagar entre R\$ 0,61 à 0,70 centavos. A formulação 75%FS apresentou desempenho semelhante a bananada sem ingredientes funcionais (Padrão) com 32% dos provadores dispostos a pagar entre R\$ 0,41 à 0,50 centavos. E por fim, a formulação com 100%FS apresentou pior desempenho, pois 23,0% dos provadores marcaram que “não

compraria o produto”, sendo este o maior percentual observado para este questionamento.

FIGURA 18 – Percentual de provadores com disposição a pagar pelas formulações no teste informado



n=120

O produto que não é fonte de AR (Padrão) parece não ter tido uma grande valorização pelos provadores. Embora a grande maioria (92,0%) estivesse disposta a comprá-lo, a maior de frequência de respostas foi observada para o menor valor apresentado. Apenas 3,0% dos julgadores estariam dispostos à pagar o maior valor proposto. Já os produtos com maior teor de BBV tiveram uma maior porcentagem de respostas para valores mais altos sendo 27,0% dos julgadores pagariam o segundo maior valor proposto pelas amostras 100%BBV, 75%BBV. Por outro lado, a amostra com menor aceitação (100%FS) apresentou maior porcentagem de pessoas que não estariam dispostas a adquirir o produto. Entre as que comprariam, os menores valores se destacaram. Estes resultados sugerem que os julgadores valorizaram a presença de Amido Resistente, mas a aceitação foi determinante, uma vez que, mesmo com a presença de um ingrediente funcional, o produto com menor aceitação também foi o menos valorizado.

A tomada de decisão pelo consumidor por adquirir um determinado produto se dá pela comparação de um conjunto de características, quer sejam observáveis ou

intrínsecas. No ato da compra, os consumidores tentam determinar a qualidade do produto, fazendo avaliações com base nas características intrínsecas (conteúdo nutricional, sensoriais, modo de produção, etc.) e extrínsecas (preço, marca, tipo de embalagem, selos certificadores, etc.) e por meio destas características os consumidores determinam a qualidade do produto. O preço pago pelo produto também é um fato determinante de sua qualidade (BANOVIC et. al., 2010).

4.CONCLUSÃO

O hábito de consumo de sobremesas foi bem variado e os doces com cobertura de chocolate foram os mais preferidos pelos provadores, seguidos dos doces do tipo artesanal e com castanhas na formulação.

A funcionalidade do AR foi questionada e observou-se que 30% dos participantes tinham conhecimento sobre os benefícios deste ingrediente funcional.

A grande maioria dos provadores sinalizou que possuem o hábito de ler as informações presentes nas embalagens dos produtos que consome. O prazo de validade seguido pelo preço e as informações nutricionais são os itens mais observados nas embalagens e nas informações de rotulagens dos doces consumidos pelos avaliadores. Os itens que possuem menor impacto são as informações sobre a tecnologia de fabricação e informações sobre os fabricantes.

De maneira geral nos três testes (Cego, informado e expectativa) as amostras apresentaram um bom desempenho, pois nenhuma das amostras apresentou notas na área de rejeição. As pontuações mais elevadas para todas as características sensoriais avaliadas foram observadas nas amostras Padrão e 100%BBV. A amostra com as médias de notas mais baixas foi a amostra 100%FS.

Após a aplicação do teste de *Q de Cochran*, na avaliação por termos descritores, foram selecionados 23 dos 29 termos inicialmente empregados. A realização do CATA foi importante para traçar o perfil sensorial dos produtos.

A percepção de saudabilidade foi positiva nas amostras que apresentavam em sua formulação ingredientes funcionais (Biomassa e Farinha de sorgo) quando comparado a amostra padrão.

Por fim, a formulação com dois ingredientes funcionais (50%BVV/FS), apresentou maior percentual de provadores (30,0%) dispostos a pagar entre R\$ 0,61 à 0,70 centavos. Já formulação com 100%FS apresentou pior desempenho, pois 23%

dos provadores marcaram que não compraria o produto, sendo este o maior percentual observado para este questionamento. Os consumidores valorizaram a funcionalidade do produto, sem deixar de levar em consideração as características sensoriais dos produtos.

REFERÊNCIAS

AHOLA, A.J. et al., Dietary patterns are associated with various vascular health markers and complications in type 1 diabetes. **Journal of Diabetes and Its Complications**, V.30 n.6 p.1144-1150. Aug. 2016.

BANOVIC, M.; GRUNERT, K.G.; BARREIRA, M.M.; AGUIAR F.M.A. Consumers' quality perception of national branded, national store branded, and imported store branded beef. **Meat Science**, v.84, p. 54-65, 2010.

BECKER, G. M.; DEGROOT, MORRIS H.; MARSCHAK, Jacob. Measuring utility by a single-response sequential method. **Behavioral Science**, v. 9, n. 3, p. 226-232, 1964.

BRITES, C.M. et al. Maize and resistant starch enriched breads reduce postprandial glycemic responses in rats. **Nutrition Research**, v. 31, n. 4, p. 302-308, 2011.

BUDDRICK, O. et al. The effect of fermentation and addition of vegetable oil on resistant starch formation in wholegrain breads. **Food Chemistry**, v. 180, p. 181-185, 2015.

CADENA, R.S. et al. Comparison of rapid sensory characterization methodologies for the development of functional yogurts. **Food Research International**, v. 64, p. 446-455, 2014.

CARDENETTE, G. H. L. **Produtos derivados de banana verde ('Musa'spp.) e sua influência na tolerância à glicose e na fermentação colônica**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CARRILLO, E.; VARELA, P.; FISZMAN, S. Effects of food package information and sensory characteristics on the perception of healthiness and the acceptability of enriched biscuits. **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 209-216, 2012.

CIOFFI, C. E. et al. A nudge in a healthy direction. The effect of nutrition labels on food purchasing behaviors in university dining facilities. **Appetite**, v. 92, p. 7-14, 2015.

COSTA, P. F. P. da et al. Functional extruded snacks with lycopene and soy protein. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. vol.30, n.1, pp. 143-151, 2010.

EMPKA, A. P. et al. Formulação de bebida láctea fermentada sabor pêssego utilizando substratos alternativos e cultura probiótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. vol.28, suppl., p. 170-177, 2010.

ENGLYST, H.N.; KINGMAN, S. M.; CUMMINGS, J. H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European Journal Of Clinical Nutrition**, v. 46, p. S33-50, 1992.

GÁMBARO A, et al. (2017). Influence of packaging and product information on consumer perception of cosmetic creams - A case study. **Journal of Sensory Studies**, e12260. p. 1-9, 2017.

HENRIQUE, N. A.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A. Consumer Sensory Characterization of Cooked Ham Using the Check-All-That-Apply (CATA) Methodology. **Food Engineering Reviews**, v. 7, n. 2, p. 265-273, 2015.

IANNARIO, M. et al. Sensory analysis in the food industry as a tool for marketing decisions. **Advances in Data Analysis and Classification**, v. 6, n. 4, p. 303-321, 2012.

INFANTE RA, N. DI, et al., Enriched sorghum cookies with biofortified sweet potato carotenoids have good acceptance and high iron bioavailability. **Journal of Functional Foods**, v. 38 p.89–99, 2017.

KAHRAMAN, K; KOKSEL, H; NG, P. KW. Optimisation of the reaction conditions for the production of cross-linked starch with high resistant starch content. **Food Chemistry**, v. 174, p.173-179, 2015.

KHAN, I. et al. Effect of sorghum flour addition on resistant starch content, phenolic profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 578-586, 2013.

KIM, W.K. et al. Effect of resistant starch from corn or rice on glucose control, colonic events, and blood lipid concentrations in streptozotocin-induced diabetic rats. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 14, n. 3, p. 166-172, 2003.

LADO, J. et al. Application of a check-all-that-apply question for the evaluation of strawberry cultivars from a breeding program. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 13, p. 2268-2275, 2010.

LIU, R.; XU, G. Effects of resistant starch on colonic preneoplastic aberrant crypt foci in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 8, p. 2672-2679, 2008.

MACFIE, H.J. et al. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, n. 2, p. 129-148, 1989.

MARETI, M. C.; GROSSMANN, M. V. E; BENASSI, M. de T. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. vol.30, n.4, p. 878-883, 2010.

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

MESSIA, M. C. et al. Effects of pre-fermented wheat bran on dough and bread characteristics. **Journal of Cereal Science**, v. 69, p. 138-144, 2016.

PAUCAR-MENACHO, L. M. et al. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado protéico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. vol.28, n.4, p. 767-778, 2008.

PEREIRA, K. D. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.27, s.1, p. 88-92, 2007.

QUEIROZ, V.A.V. et al. A low calorie and nutritive sorghum powdered drink mix: Influence of tannin on the sensorial and functional properties. **Journal of Cereal Science**, v. 79 p.43-49, 2017.

SCARMINIO, V. et al. Dietary intervention with green dwarf banana flour (*Musa sp AAA*) prevents intestinal inflammation in a trinitrobenzenesulfonic acid model of rat colitis. **Nutrition Research**, v. 32, n. 3, p. 202-209, 2012.

TARANCÓN, P. et al. Use of healthier fats in biscuits (olive and sunflower oil): changing sensory features and their relation with consumers' liking. **Food Research International**, v. 69, p. 91-96, 2015.

TEIXEIRA, N. de C. et al. Resistant starch content among several sorghum (*Sorghum bicolor*) genotypes and the effect of heat treatment on resistant starch retention in two genotypes. **Food Chemistry**, v. 197, n. Pt A, p. 291-296, 2016.

TEIXEIRA N. de C. **Estudo e utilização de farinhas de banana verde (*Musa Cavendish*) e sorgo (*Sorghum Bicolor*) com elevado teor de amido resistente na elaboração de cookies submetidos à avaliação sensorial**. Tese de doutorado. 2016, 97p.

VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International**, v. 48, p. 893–908, 2012.

WANG, J. et al. Changes in resistant starch from two banana cultivars during postharvest storage. **Food chemistry**, v.156, p. 319-325, 2014.

WILLIS, H.J. et al. Greater satiety response with resistant starch and corn bran in human subjects. **Nutrition Research**, v. 29, n. 2, p. 100-105, 2009.