



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE  
ALIMENTOS



Área De Concentração: Ciências De Alimentos

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO À BASE DE FARELO  
DE CACAU (*Theobroma cacao* L.): BISCOITO TIPO COOKIE**

**Autor:** Hanna Elisia Araújo de Barros

**Orientador:** Prof. DSc. Marcelo Franco

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Fevereiro de 2019

**HANNA ELISIA ARAÚJO DE BARROS**

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO À BASE DE FARELO  
DE CACAU (*Theobroma cacao* L.): BISCOITO TIPO COOKIE**

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

**Orientador:** Prof. *DSc.* Marcelo Franco

**Coorientadores:** Prof<sup>ª</sup>. *DSc.* Andréa Gomes da Silva

Prof. *DSc.* Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Prof<sup>ª</sup>. *DSc.* Elisângela Elena Nunes de Carvalho

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Fevereiro de 2019

633.74 Barros, Hanna Elisia Araújo de  
B277d Desenvolvimento de produto à base de farelo de cacau (*Theobroma cacao*  
*L.*): biscoito tipo cookie. / Hanna Elisia Araújo de Barros. - Itapetinga:  
UESB, 2019.  
90p.

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Área De Concentração: Ciências de Alimentos. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Marcelo Franco e coorientação de Prof.<sup>a</sup> D. Sc. Andréa Gomes da Silva; Prof. D. Sc. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas; Prof.<sup>a</sup> D. Sc. Elisângela Elena Nunes de Carvalho.

1. Farelo de cacau - Coproduto agroindustrial. 2. Cookie - Propriedade funcional. 3. Cookie – Avaliação sensorial. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos. II. Franco, Marcelo. III. Silva, Andréa Gomes da. IV. Vilas Boas, Eduardo Valério de Barros. V. Carvalho, Elisângela Elena Nunes de. VI. Título.

CDD(21): **633.74**

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535  
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Farelo de cacau - Coproduto agroindustrial
2. Cookie - Propriedade funcional
3. Cookie – Avaliação sensorial



Áreas de Concentração: Engenharia de Alimentos  
Ciência de Alimentos

## DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título: “DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO À BASE DE FARELO DE CACAU (*Theobroma cacao* L.): BISCOITO TIPO COOKIE”.**

**Autor (a): HANNA ELISIA ARAÚJO DE BARROS**

**Orientador (a):** Prof. Dr. Marcelo Franco

**Coorientador (a):** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andréa Gomes da Silva

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elisangela Elena Nunes de Carvalho

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de **MESTRE EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CIÊNCIA DE ALIMENTOS**, pela Banca Examinadora.

Prof. Dr. Nívio Batista Santana  
Membro UESB

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Andrade Gualberto  
Membro UESB

Prof. Dr. Marcelo Franco  
Orientador - UESB  
Presidente da Banca

**Itapetinga-BA, 06 de fevereiro de 2019.**

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar  
no sonho que se tem, ou que seus planos nunca vão dar  
certo, ou que você nunca vai ser alguém.  
Quem acredita sempre alcança! ”

*Renato Russo*

À minha avó e ao meu avô materno (*in memoriam*) que foram meus exemplos de vida...

À minha tia Dalcinolia, minha base e que nunca mediu esforços para que meus desejos se realizassem...

Aos meus mestres, que possibilitam o meu crescimento profissional...

À todas as pessoas que participam dessa jornada juntamente comigo e a tornam mais simples...

.....DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ser a minha fortaleza, que com o seu infinito amor está a me sustentar todos os dias e a derramar bênçãos sobre a minha vida.

À minha tia, Dalcinolia, por ser minha base e sempre estar presente, me apoiando em todos os momentos, pelos incentivos, paciência em todas as fases da minha vida, além do seu amor incondicional.

Aos meus avós, Dalmiro e Magnólia, por serem os meus exemplos de vida, que mesmo falecidos, seus ensinamentos fazem com que eu não esqueça que com fé e determinação eu posso conquistar o horizonte.

Aos familiares, em especial minha mãe, Leonora, aos meus irmãos e ao meu pai, que mesmo de longe sempre se fizeram presentes nos momentos de minha vida, dando todo amor e carinho.

Ao meu orientador, Prof. *DSc.* Marcelo Franco, pela orientação, atenção, conhecimentos científicos, orientação e oportunidades de crescimento profissional.

Ao meus coorientadores, Prof<sup>a</sup>. *DSc.* Elisângela Elena Nunes de Carvalho, pelo carinho, aconselhamentos, amizade, acolhimento, pela oportunidade de crescimento profissional e por ter exercido papel de extrema importância em minha estadia em Lavras-MG. Ao Prof. *DSc.* Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, pela oportunidade de crescimento profissional e acolhimento na UFLA e à Prof<sup>a</sup>. *DSc.* Andréa Gomes da Silva, por todos os conhecimentos passados e a disponibilidade em ajudar.

Às minhas grandes amigas, Najla e Raiza, por serem como irmãs, por me aguentarem, pelo apoio, conselhos, força e tudo mais.

Aos meus colegas do Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças e todas as pessoas que tive o prazer de conhecer em Lavras-MG, em especial, Ana Lázara, Rafael, Rafaela, Ana Beatriz, Mariana Crivelari, Elidio, Lucas e Mariana Souza, pelas trocas de conhecimentos, e amizade durante todos os momentos compartilhados, pois sem vocês não teria graça.

Ao meu namorado, Caio Natarelli, pelo companheirismo, compreensão, apoio, paciência, por sempre acreditar no alcance das minhas vitórias e não medir esforços para estar ao meu lado e me ajudar.

Aos meus colegas de pós-graduação, em especial Josane e Janaina, que sempre estiveram ao meu lado me dando força, por sempre estarem prontos a me ajudar e torcendo pelo meu sucesso.

Aos meus colegas do Laboratório de Biotransformação e Biocatálise Orgânica por todo apoio e trocas de conhecimentos.

À Universidade Federal de Lavras, em especial o Departamento de Ciência dos alimentos e a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia por ter me possibilitado desenvolver este trabalho e a todos os professores que fizeram parte da minha formação, obrigado pelo ensinamento e exemplo ao longo da minha jornada acadêmica.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), pela bolsa de estudos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelos equipamentos e instalações.

À banca avaliadora pela presença, contribuição e pelo tempo disponibilizando.

Enfim, agradeço a todos que de formas diferentes contribuíram para o meu crescimento, amadurecimento e realização de mais uma etapa da minha vida.

**MUITO OBRIGADA!**

## SUMÁRIO

LISTAS DE FIGURAS .....	I
LISTAS DE TABELAS.....	III
RESUMO.....	IV
ABSTRACT .....	V
<b>CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>1</b>
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Biscoito tipo cookie: Aspectos gerais .....	4
2.2. Aspecto funcional dos alimentos .....	5
2.2.1. Fibras dietéticas .....	6
2.2.2. Proteína .....	8
2.3. Compostos Fenólicos .....	9
2.4. Atividade antioxidante dos Alimentos .....	12
2.5. Cacau ( <i>Theobroma cacao L.</i> ).....	13
2.5.1. Farelo de cacau ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) .....	15
2.5.2. Caracterização físico-química do farelo de cacau .....	16
2.6. Farinha de Soja ( <i>Glycine max L.</i> ).....	17
2.6.1. Caracterização físico-química da farinha de soja .....	19
2.7. Farinha de banana de verde ( <i>Musa spp.</i> ) .....	20
2.7.1. Caracterização físico-química da farinha de banana verde .....	22
3. OBJETIVOS .....	23
3.1. Objetivo geral.....	23
3.2. Objetivos específicos.....	23
REFERÊNCIAS .....	24
<b>CAPITULO 2 - UTILIZAÇÃO DO DELINEAMENTO CENTROIDE-SIMPLEX NA FORMULAÇÃO DE BISCOITO TIPO COOKIE ENRIQUECIDO COM FARELO DE CACAU, FARINHA DE SOJA E FARINHA DE BANANA VERDE .....</b>	<b>36</b>
RESUMO.....	36
ABSTRACT .....	37
1. NTRODUÇÃO .....	38
2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	39
2.1. Obtenção da matéria-prima .....	39
2.2. Delineamento experimental .....	39

2.4.1. Composição centesimal .....	40
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>42</b>
3.1. Composição centesimal .....	42
3.2. Teor de fenólicos totais.....	44
3.3. Atividade antioxidante .....	47
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>
<b>CAPITULO 3 - ANÁLISE SENSORIAL DE COOKIES FORMULADOS COM FARELO DE CACAU, FARINHA DE SOLA E FARINHA DE BANANA VERDE: TESTE DE ACEITAÇÃO E CHECK-ALL-THAT-APPLY (CATA) .....</b>	<b>58</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>58</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>59</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>60</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>61</b>
2.1. Obtenção da matéria-prima .....	61
2.2. Formulação de cookie.....	61
2.2.1. Delineamento experimental .....	62
2.3. Avaliação sensorial .....	62
2.3.1. Seleção de provadores e apresentação da amostra.....	63
2.3.2. Teste de Aceitação .....	63
2.3.3. <i>Check-All-That-Apply</i> (CATA) .....	63
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>64</b>
3.1. Avaliação Sensorial .....	64
3.1.1. Teste de aceitação .....	64
3.1.2. <i>Check-All-That-Apply</i> (CATA) .....	68
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>73</b>

## LISTAS DE FIGURAS

### CAPITULO 1

<b>Figura 1.</b> Biscoitos tipo cookie .....	4
<b>Figura 2.</b> Estrutura geral dos aminoácidos. ....	8
<b>Figura 3.</b> Grupo fenol (anel aromático com grupo hidroxila funcional) .....	10
<b>Figura 4.</b> Esquema de biossíntese de compostos fenólicos a partir da fenilalanina. A síntese de muitos compostos fenólicos vegetais, incluindo fenilpropanoides simples, cumarinas, derivados do ácido benzoico, lignina, antocianinas, isoflavonas, taninos condensados.....	11
<b>Figura 5.</b> (A) Fruto de cacau inteiro, (B) fruto de cacau cortado transversalmente e sementes com polpa. ....	14
<b>Figura 6.</b> Partes da amêndoa de cacau.....	14
<b>Figura 7.</b> Farelo de cacau com granulometria de 40 micras.....	15
<b>Figura 8.</b> Grãos de soja na vagem .....	17
<b>Figura 9.</b> Farinha de soja. ....	18
<b>Figura 10.</b> Estádios de amadurecimento da banana. (1 - 7: Completamente verde para amadurecer completamente).....	20
<b>Figura 11.</b> Farinha de banana verde. ....	21

### CAPITULO 2

<b>Figura 1.</b> Diagramas de Pareto demonstrando a influência das concentrações de ingredientes sobre a quantificação de compostos fenólicos totais pelos métodos de Folin Ciocalteu (a) e Fast Blue (c) em cookies. Gráficos de superfície de contorno para otimização do teor de fenólicos totais em cookies em função das variáveis independentes farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde, determinados por meio das metodologias de Folin Ciocalteu (b) e Fast Blue (d). ....	46
<b>Figura 2.</b> Diagramas de Pareto demonstrando a influência das concentrações de ingredientes sobre a quantificação de atividade antioxidante pelos métodos de ABTS <sup>*+</sup> (a), DPPH EC <sub>50</sub> (b), β-caroteno/ácido linoleico (c), FRAP (d) e Complexo Fosfomolibdênio (e) em cookies. ....	49
<b>Figura 3.</b> Gráficos de superfície de contorno para otimização da atividade antioxidante em cookies em função das variáveis independentes farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde, determinados por meio das metodologias de ABTS <sup>*+</sup> (a), DPPH EC <sub>50</sub> (b), β-caroteno/ácido linoleico (c), FRAP (d) e Complexo Fosfomolibdênio (e). ....	50

### CAPITULO 3

- Figura 1.** Diagramas de Paretos para modelo cubico especial (significância  $p < 0,05$ ) referentes aos atributos de aparência (a), sabor (b), textura (c) e impressão global (d). ..... 66
- Figura 2.** Gráficos de superfícies de respostas obtidos a partir do desenho da mistura utilizada no procedimento de otimização de formulações de cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde, referentes aos atributos de aparência (a), sabor (a), textura (c) e impressão global (d). ..... 68
- Figura 3.** Análise de Correspondência da análise CATA mostrando as características utilizadas para descrever os cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde. .... 71
- Figura 4.** Dendograma obtido a partir da análise hierárquica de *clusters* (HCA) de formulações de cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde utilizados na análise CATA. .... 71

## LISTAS DE TABELAS

### CAPITULO 1

<b>Tabela 1.</b> Composição química do farelo de cacau (g. kg <sup>-1</sup> de matéria seca).....	17
<b>Tabela 2.</b> Composição química da farinha de soja (% de matéria seca).....	19
<b>Tabela 3.</b> Composição química da farinha de banana verde (% de matéria seca).....	22

### CAPITULO 2

<b>Tabela 1.</b> Delineamento experimental usado para desenvolver cookies enriquecido com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde. ....	40
<b>Tabela 2.</b> Médias seguidas de desvio padrão da composição centesimal, fibra dietética e poder calorífico dos diferentes tratamentos dos cookies enriquecidos com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde. ....	42
<b>Tabela 3.</b> Médias seguidas de desvio padrão da determinação de compostos fenólicos dos cookies enriquecido com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde. ....	44
<b>Tabela 4.</b> Médias seguidas de desvio padrão da determinação de atividades antioxidantes nos cookies enriquecido com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde. ....	48

### CAPITULO 3

<b>Tabela 1.</b> Delineamento experimental usado para desenvolver cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde. ....	62
<b>Tabela 2.</b> Características levantadas em grupo de foco para cada atributo avaliado (aparência, sabor e textura) e apresentadas para provadores durante análise sensorial CATA. ....	64
<b>Tabela 3.</b> Médias seguidas de desvio padrão das notas do teste de aceitação (aparência, sabor, textura e impressão global) para os diferentes tratamentos dos cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde. ....	65
<b>Tabela 4.</b> Tabela de contingência da avaliação sensorial CATA dos cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde, e o valor p obtido no teste Q de Cochran para as características. ....	69

## RESUMO

BARROS, H. E. A. **Desenvolvimento de produto à base de farelo de cacau (*Theobroma cacao* L.): Biscoito tipo Cookie.** Itapetinga – BA: UESB, 2019. 90p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos, Área de Concentração em Ciência de Alimentos) \*.

O desenvolvimento de novos produtos alimentícios atrelado ao aproveitamento de coprodutos agroindustriais é uma alternativa viável para atender as novas exigências do mercado consumidor, tendo em vista que a ideia de sustentabilidade e a procura por alimentos saudáveis estão em alta demanda entre os consumidores. Deste modo, o presente estudo teve como objetivo principal desenvolver um produto à base de farelo de cacau. E como objetivo específico desenvolver e otimizar formulações de cookies com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde, utilizando o delineamento centroide-simplex, assim como avaliá-los quanto a composição nutricional, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante e analisá-los sensorialmente por meio do teste de aceitação e *Check-all-that-apply*. Os resultados da composição centesimal foram submetidos ao teste de média Scott Knott ( $p < 0,05$ ), os quais tiveram diferença significativa. Para a atividade antioxidante, compostos fenólicos e teste de aceitação utilizou-se a análise de superfície de mistura ( $p < 0,05$ ). Para a análise de dados do *Check-All-That-Apply* (CATA) utilizou-se o teste Q de Cochran para verificar diferenças significativas entre as amostras para cada característica, além da análise de contingência e análise hierárquica de *clusters*. Os valores da composição centesimal, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante foram significativos, cuja superfície de resposta e a equação do modelo estatístico, cubico especial indicaram a formulação com 100% de farelo de cacau como sendo a formulação ideal. Já a superfície de resposta e a equação do modelo estatístico, cubico especial para o teste de aceitação, indicaram a região ótima com maior aceitação e as notas recebidas inferiu que todas formulações tiveram boa aceitação. A análise CATA foi efetivo para descrever os cookies. Portanto, o enriquecimento dos cookies com o farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde mostrou-se ser viável, agregando-lhes propriedades funcionais, rico em proteína, com alto conteúdo de fibra dietética, um elevado potencial antioxidante e valor energético, além de lhes conferir características agradáveis, com boa aceitação sensorial.

**Palavras-chave:** Coproduto agroindustrial, Propriedade funcional, Avaliação sensorial.

---

\* Orientador: DSc. UESC. Marcelo Franco; Coorientadores: DSc. UESB. Andréa Gomes da Silva; Prof. DSc. UFLA. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas; Prof. DSc. UFLA. Elisângela Elena Nunes de Carvalho.

## ABSTRACT

BARROS, H. E. A. **Development of product based on cocoa shell (*Theobroma cacao* L.): Cookie.** Itapetinga – BA: UESB, 2019. 90p. Dissertation. (Master in Food Science and Engineering, Food Science Concentration Area) \*.

The development of new food products linked to the use of agroindustrial co-products is a viable alternative to meet the new demands of the consumer market, since the idea of sustainability and the demand for healthy foods are then in high demand among consumers. Thus, the main objective of the present study was to develop a product based on cocoa shell. The objective of this study was to develop and optimize the formulation of cookies with cocoa shell, soy flour and green banana flour using the centroid-simplex design, as well as evaluating the nutritional composition, total phenolic compounds and antioxidant activity, using the test of acceptance and Check-all-that-apply. The results of the centesimal composition were submitted to the Scott Knott test ( $p < 0.05$ ), which had a significant difference. For the antioxidant activity, phenolic compounds and acceptance test, the analysis of the mixing surface ( $p < 0.05$ ) was used. For the analysis of Check-All-That-Apply (CATA) data the Cochran's Q test was used to verify significant differences between samples for each characteristic, as well as contingency analysis and hierarchical analysis of clusters. The values of the centesimal composition, total phenolic compounds and antioxidant capacity were significant, whose response surface and the cubic statistical equation of the statistical model indicated the formulation with 100% cocoa shell as the ideal formulation. The response surface and the equation of the statistical model, which is a special cubic for the acceptance test, indicated the optimum region with greater acceptance and the received notes inferred that all formulations had good acceptance. The CATA analysis was effective in describing cookies. Therefore, the enrichment of the cookies with the cocoa shell, soy flour and green banana flour proved to be viable, adding functional properties, rich in protein, high content of dietary fiber, high antioxidant potential and energy value, besides giving them pleasant characteristics, with good sensory acceptance.

**Key Words:** Agroindustrial co-product, Functional property, Sensory analysis.

---

\* Advisor: DSc. UESC. Marcelo Franco; Co-advisors: DSc. UESB. Andréa Gomes da Silva; DSc. UFLA. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas; DSc. UFLA. Elisângela Elena Nunes de Carvalho.

## CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO

### 1. INTRODUÇÃO

A mudança do perfil econômico, social e cultural da população, provoca alterações também nos hábitos alimentares, aumentando assim, a busca por um corpo saudável e alimentos práticos e benéficos à saúde. Dentre estes alimentos destacam-se os *snacks*, os quais são definidos como pequenas refeições, leves ou substanciais, podendo estar relacionados com os atributos “saudável” e/ou “diversão”. Vários são os produtos classificados como *snack*, dentre os quais se podem citar as mini-pizzas, biscoitos, pipocas e as barras de cereais (BRITO et al., 2004).

O desenvolvimento de alimentos com propriedades funcionais é um ramo crescente visando atender as novas exigências do mercado consumidor. Dessa forma, a inserção de novos ingredientes desempenha um papel importante na composição dos alimentos, pois exerce grande influência nas características, agregando valor ao produto final (por exemplo, cor, sabor, propriedades reológicas, capacidade de retenção de água e óleo) (CAMELO-MÉNDEZ et al., 2017; QUIRÓS-SAUCEDA et al., 2014; VITAGLIONE; NAPOLITANO; FOGLIANO, 2008).

Diversos estudos têm apontado que cascas, bagaços e sementes de frutas são boas fontes de nutrientes alimentares e de fitoquímicos bioativos, incluindo neste último os compostos fenólicos, carotenoides e dentre outros. Estes coprodutos são fontes promissoras de ingredientes alimentícios alternativos nos diversos ramos da indústria alimentar, farmacêutica e dentre outras (FREIRE et al., 2009; SÉFORA BEZERRA SOUSA; MORAIS VIEIRA; LIMA, 2011; SIDDHURAJU, 2007).

O Brasil possui uma variedade de frutas tropicais passíveis de exploração favorecendo o crescimento do mercado interno e externo, o que conseqüentemente, o torna em um dos países que mais produzem resíduos agroindustriais. A busca de alternativas para utilização da matéria orgânica gerada vem crescendo dentro de vários centros de pesquisa. Anualmente cerca de 90% de coprodutos como cascas e sementes de frutas geram toneladas de rejeitos e agregar valor a estes coprodutos é de interesse ambiental, econômico, científico e tecnológico (CATANEO et al., 2008)

Dentre as diversas frutas e grãos presentes no território brasileiro, destacam-se cacau (*Theobroma cacao* L.), grãos de soja (*Glycine max* L) e a banana (*Musa* spp.) (OKIYAMA;

NAVARRO; RODRIGUES, 2017; SOUZA; LEONEL; FRAGOSO, 2011; VILLALVA, 2008). O cacau é um fruto tropical que apresenta sementes, as quais quando secas são comumente chamadas de amêndoas de cacau e consistem em uma concha externa ou testa em torno de dois cotilédones e um gérmen pequeno (OKIYAMA; NAVARRO; RODRIGUES, 2017).

O desenvolvimento de produtos à base das amêndoas de cacau produz resíduos que, normalmente, são descartados. Dessa forma, a casca das amêndoas de cacau, também conhecida como farelo de cacau, é um dos coprodutos agroindustriais passíveis de serem aproveitados, pois apresenta baixo custo e alto valor nutricional, devido à presença de uma variedade de biocomponentes, como compostos fenólicos, fibras dietéticas, teobromina e um perfil lipídico semelhante ao da manteiga de cacau, além de sua cor e sabor de chocolate (OKIYAMA; NAVARRO; RODRIGUES, 2017).

Os grãos de soja destacam-se em virtude do elevado potencial de produção, do baixo custo e do alto valor nutricional, além de ser uma importante fonte proteica vegetal. Dessa forma, a farinha por ser um dos seus principais produtos apresenta as mesmas características, colaborando principalmente com melhorias tecnológicas de alimentos industrializados, além de enriquecer com compostos bioativos, antioxidantes, proteína e fibra dietética (LIU, 2005; SILVA et al., 2012).

A banana é um pseudofruto tropical presente em grande número na dieta dos brasileiros devido as suas características sensoriais. Além disso, a banana ainda verde é rica em amido resistente, fibra dietética, sais minerais e compostos fenólicos. Dessa forma, a produção e aplicação das farinhas apresenta grande variabilidade para a indústria de alimentos, principalmente em produtos de panificação, produtos dietéticos e alimentos infantis (BORGES; PEREIRA; LUCENA, 2009; SOUZA; LEONEL; FRAGOSO, 2011).

A necessidade de criar novos produtos, modificar suas formulações e complementar os cookies já existentes no mercado e as lacunas presentes na literatura no que se refere à aplicação do farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde em produtos alimentícios, torna-se importante a utilização dessas matérias-primas de baixo ou nenhum custo para desenvolver novos produtos, com propriedades funcionais, além de contribuir com novas pesquisas na área e disponibilizar referência bibliográfica para futuros estudos. Deste modo, o presente trabalho destaca-se pelo fato de ser pioneiro na utilização do delineamento centroide-simplex e da análise estatística de superfície de mistura para o desenvolvimento de novos produtos, visando otimizar suas formulações, melhorando-as nutricionalmente, analisar a composição centesimal, o teor de compostos fenólicos, a atividade antioxidante e avaliar sensorialmente utilizando o

teste de aceitação sensorial e Check-All-That-Apply (CATA) para os atributos de aparência, sabor, textura e impressão global.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Biscoito tipo cookie: Aspectos gerais

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, na Resolução n° 263, de 22 de setembro de 2005, define biscoitos ou bolachas como sendo produtos obtidos pela mistura de farinha (s), amido(s) e/ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não, os quais podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2005). A nomenclatura pode variar de acordo com o local, nos EUA, por exemplo, os biscoitos são denominados “cookies”, enquanto que na Inglaterra são conhecidos por “biscuit” (MORAES et al., 2010).

O cookie (Figura 1) é um tipo de biscoito cujo tamanho, cor, aparência podem variar de acordo com os ingredientes utilizados. Segundo Pareyt et al. (2009) e Gökmen et al. (2008), os cookies são produtos assados à base de cereais que possuem altos níveis de açúcar e de gordura e baixos níveis de água e Manley (1998) menciona que são feitos basicamente com farinha, açúcar e gordura, podendo acrescentar outros componentes conforme produto final desejado.

**Figura 1.** Biscoitos tipo cookie



Fonte: Acervo pessoal

Os biscoitos desse tipo possuem vários atrativos como: fácil preparo, baixo custo, grande consumo, vida útil relativamente longa e boa aceitação, particularmente entre crianças, sendo assim, um alimento propício para a adição de novos ingredientes funcionais em sua formulação (BATISTA et al., 2017; BAUMGARTNER et al., 2018). De acordo com Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializado (ABIMAPI) cerca de 99,7 % dos lares brasileiros consomem biscoitos e o Brasil se encontra em quarto lugar no ranking global de venda de biscoitos, sendo que ano de 2017 chegou a vender mais de 33 (trinta e três) mil toneladas de biscoitos tipo cookie, equivalentes a mais de 1 (um) bilhão de reais (ABIMAPI, 2017).

Na literatura alguns estudos cujo objetivo é desenvolver cookies com ingredientes variados estão sendo realizados. Baumgartner et al. (2018), por exemplo, elaboraram cookies enriquecidos com farelo de aveia, o qual proporcionou o aumento da quantidade de fibra dietética, compostos fenólicos e da atividade antioxidante do produto, além de melhorar as volúpias sensoriais. Já Moro et al. (2018), testaram a aplicabilidade da bardana em cookies feitos com misturas de farinha de trigo integral e farinha de trigo refinada e observaram a que atividade prebiótica permaneceu nos produtos finais, fornecendo compostos fenólicos, fibras dietéticas e oligossacarídeos prebióticos. Dessa maneira, observa-se que novas formulações de os cookies têm sido estudadas, com a intenção de melhora-los nutricionalmente com a finalidade de atender as novas exigências do mercado consumidor por alimentos com propriedades funcionais.

## **2.2. Aspecto funcional dos alimentos**

O governo do Japão criou programas para estimular a boa alimentação e saúde em meados do ano de 1980, introduzindo o termo “Alimentos Funcionais” na rotina da população, sendo assim o pioneiro. É conhecido no mercado japonês como “Alimentos para uso específico para a saúde - *Foods for Specified Health Use – FOSHU*” (GRAJEK; OLEJNIK; SIP, 2005). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) por meio da Resolução nº 18 de 30 de abril de 1999, define alimentos com alegações de propriedades funcionais e propriedades de saúde, e estabelece diretrizes para sua utilização, a qual preconiza que o alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica, não permitindo alegações de saúde que façam referência à cura ou prevenção de doenças (BRASIL. 1999a).

Na Resolução nº 19 de 30 de abril de 1999 da ANVISA, o alimento para ser caracterizado com propriedade funcional, além de conter determinadas substâncias em sua composição, devem ser obrigatoriamente registrados junto ao órgão competente de suas propriedades funcionais. Sendo que alimentos consumidos em forma de cápsulas, comprimidos ou outras formas farmacêuticas, e que não apresentem alegação de propriedade funcional ou de saúde cientificamente comprovada devem trazer no rótulo a afirmação “O Ministério da Saúde adverte: Não existem evidências científicas comprovadas de que este alimento previna, trate ou cure doenças” (BRASIL. 1999b).

Os alimentos e ingredientes com propriedades funcionais podem ser classificados quanto à fonte, de origem vegetal ou animal, ou quanto aos benefícios que oferecem, os quais agem no sistema gastrointestinal; no sistema cardiovascular; no metabolismo de substratos; no crescimento, no desenvolvimento e diferenciação celular; no comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes (SOUZA; SOUZA NETO; MAIA, 2003).

Segundo Hasler (2000) novos alimentos e componentes alimentares foram identificados com propriedades funcionais, tendo em vista que proporcionaram benefícios à saúde e forneceram os nutrientes essenciais, como vitaminas, minerais, água, proteínas, carboidratos e gorduras. Diversos estudos vêm associando o consumo de alimentos com propriedade funcionais aos efeitos benéficos ao sistema gastrointestinal, cardiovascular, metabólico, estrutura celular, comportamento das funções fisiológicas, capacidade antioxidantes e entre outros (AJILA; LEELAVATHI; PRASADA RAO, 2008; BELWAL et al., 2018; MAK et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2002).

Ajila et al. (2008), por exemplo, agregaram ao consumo de compostos bioativos (polifenóis e compostos antioxidantes), proteína e fibra dietética, benefícios a saúde, incluindo proteção contra doenças cardiovasculares, câncer e outras doenças degenerativas. Em 2016, a Sociedade Europeia de Aterosclerose e a Sociedade Europeia de Cardiologia afirmaram que indivíduos de baixo a moderado risco de desenvolver distúrbio nos níveis de lipídios e/ou lipoproteínas no sangue podem efetivamente se beneficiar da suplementação com alimentos funcionais e nutracêuticos (CATAPANO et al., 2016).

### **2.2.1. Fibras dietéticas**

Fibra dietética, também conhecida como fibra alimentar, é definida pelo *Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses* (CCNFSDU) como sendo polímeros de carboidratos com dez ou mais unidades monoméricas, que não são hidrolisados pelas enzimas endógenas no intestino delgado humano, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso (FAO; WHO, 2017). De acordo com a Resolução nº 360 de 23 de dezembro de 2003, fibra dietética é qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano (BRASIL, 2003).

As fibras dietéticas podem ser classificadas quanto as propriedades físico-químicas, como viscosidade (ou capacidade hidrofílica) e fermentabilidade, podem também ser polissacarídeos estruturais, sendo elas: celulose, hemiceluloses, pectinas, gomas, que estão relacionadas a estrutura da parede celular e polissacarídeos não estruturais. Além dessas, a

classificação mais utilizada é de acordo com a solubilidade em água, dividindo-as como solúveis e insolúveis. Pectinas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses são exemplos de fibras solúveis, cujas fontes principais são frutas e grãos. A celulose, lignina e algumas hemiceluloses são classificadas como fibras insolúveis e têm como fontes principais cascas e entrecasas de alimentos. Em geral, quanto mais solúvel for uma fibra, maior o seu grau de fermentação (DALL'ALBA; AZEVEDO, 2010; MACEDO; SCHMOURLO; VIANA, 2012; MORAES; COLLA, 2006).

A fibra solúvel atua no retardamento do esvaziamento gástrico e no trânsito do intestino delgado, aumenta o volume e a maciez das fezes (pelo seu efeito de geleificação), reduz a diarreia, diminui o potencial hidrogeniônico (pH) do cólon, aumenta a tolerância à glicose por diminuir e retardar o contato do bolo fecal com a superfície da mucosa e diminui os níveis elevados de colesterol total e de LDL (colesterol), pelo seu efeito “esponja”, capturando assim os lipídeos e eliminando juntamente com as fezes. Já as fibras insolúveis contribuem para a redução de peso, uma vez que induzem a saciedade mais precocemente, e estimulam o peristaltismo intestinal através do aumento do bolo fecal, o que irá provocar uma eliminação pelo organismo, diminuindo o risco de doenças intestinais (CUKIER; MAGNONI; ALVAREZ, 2005; DALL'ALBA; AZEVEDO, 2010)

O consumo de fibra para a alimentação não apresentava importância para pesquisadores das áreas de nutrição e engenharia de alimentos; por ser indigerível e de valor nutricional negligenciável, ela ficava de lado até mesmo na elaboração de dietas saudáveis. Entretanto, nos últimos anos este componente alimentar ganhou importância especial através de observações epidemiológicas e clínicas que relacionaram a ocorrência de certas enfermidades (doença cardiovascular, câncer de cólon, diabetes) as dietas pobres em fibras (HAUNER et al., 2012; HUR; REICKS, 2012) .

O estudo realizado por Saueressig et al. (2016), por exemplo, teve como objetivo a inclusão de fibra dietética em pães isentos de glúten. Já Ndife et al. (2014) objetivou enriquecer cookies com farinha de soja, no intuito de aumentar o valor nutricional do produto, dentre eles o teor de fibra dietética e no estudo desenvolvido por Nakashima e Padrão (2009), pães de mel foram enriquecidos com fibra dietética utilizando farelo de trigo, farinha de linhaça, aveia em flocos finos e farinha de soja adicionadas à farinha de trigo. Deste modo, diversos estudos estão sendo desenvolvidos com a finalidade de inserir fibra dietética em produtos alimentícios, tendo em vista o aumento do seu consumo na dieta humana

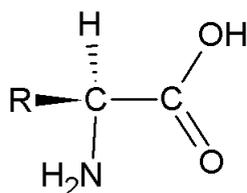
No Brasil, o Diário Oficial da União por meio Resolução nº 54 de 12 de novembro de 2012 preconiza que o alimento para ser considerado fonte de fibra dietética deve conter no

mínimo 3 g de fibras por 100 g de matéria integral e ser rico em teor de fibra deve apresentar em sua composição no mínimo 6 g de fibras por 100 g de matéria integral (BRASIL, 2012). Segundo a Resolução nº 360 de 23 de dezembro de 2003, o valor diário de referência (VDR) de fibra dietética mínimo é de 25 g (BRASIL, 2003), já o Comitê do Instituto de Medicina (EUA) preconiza que o consumo ideal de fibra dietética seja de 38 g por dia para homens adultos e 25 g por dia para mulheres (IOM, 2005).

### 2.2.2. Proteína

As proteínas são o grupo mais abundante de macromoléculas denominadas polímeros, cujas unidades constituintes fundamentais são os aminoácidos (Figura 2). Por sua vez, os aminoácidos são moléculas orgânicas que possuem ligadas ao mesmo átomo de carbono um átomo de hidrogênio, um grupo amina, um grupo carboxílico e uma cadeia lateral (ALMEIDA et al., 2013; JUNIOR; FRANCISCO, 2006).

**Figura 2.** Estrutura geral dos aminoácidos.



Fonte: Acervo pessoal

As funções que as proteínas desempenham podem ser estruturais e dinâmicas, fornecendo os componentes do esqueleto celular e de estruturas de sustentação, por exemplo, o colágeno e a elastina. Também agem diretamente nos processos biológicos, agregando as enzimas, as quais catalisam diversas reações químicas distintas que ocorrem nos organismos. Uma outra função que a proteína desempenha é o transporte de moléculas, as quais transportam o oxigênio para o sangue e músculos, como é o caso da hemoglobina e mioglobina. As defesas do organismo incluem várias proteínas, tais como, a imunoglobinas e o interferon, que atuam no combate a infecções bacterianas e virais (ALMEIDA et al., 2013; MARZZOCO; TORRES, 1999).

Segundo Li-Chan e Lacroix (2018) as proteínas desempenham um papel fundamental na manutenção da vida, podendo ser de origem animal ou vegetal e sua quantidade, assim como, suas propriedades podem variar de acordo com as matrizes dos alimentos. Afirmam também, que além das proteínas contribuírem para as propriedades nutricionais dos alimentos através do

fornecimento de aminoácidos que são essenciais para o crescimento e manutenção humanos, elas conferem a base estrutural de várias propriedades funcionais dos alimentos.

O foco na definição da quantidade ideal de consumo de proteína na dieta é crescente nos últimos anos, tendo em vista melhorarias nos resultados de saúde durante a perda de peso, nos idosos, e também em circunstâncias tais como exercícios e doenças graves. As proteínas são fonte de energia, cujos aminoácidos essenciais são fundamentais para o crescimento e manutenção do corpo humano. Dessa maneira, a crença do público sobre os benefícios relacionados aos altos níveis de ingestão de proteína é refletida em qualquer supermercado ou loja de conveniência, uma vez que as prateleiras estão com grande quantidade e variedade alimentos e suplementos ricos em proteína (LAYMAN et al., 2009; SHANG; CHAPLOT; WU, 2018; WOLFE et al., 2018).

As proteínas podem ser de origem animal ou vegetal, sendo que as de origem animal apresentam uma qualidade significativamente maior de aminoácidos do que as proteínas à base de plantas, com exceção da proteína de soja, que é quase tão alta quanto a proteína animal (WOLFE et al., 2018). O *Dietary Guidelines for Americans* (DGA) incentiva a ingestão variável de fontes de proteína na dieta e enfatiza particularmente a substituição de fontes de proteína animal por fontes de proteína vegetal (DGA, 2015).

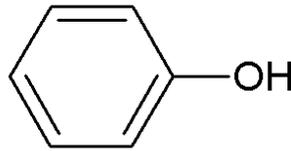
A Resolução nº 54 de 12 de novembro de 2012 preconiza que o alimento para ser considerado fonte de proteína deve conter no mínimo 6 g de proteína por 100 g de matéria integral e para ser considerado com alto conteúdo de proteína deve apresentar em sua composição no mínimo 12 g de proteína por 100 g de matéria integral (BRASIL, 2012). Segundo a Resolução nº 360 de 23 de dezembro de 2003, o valor diário de referência (VDR) de proteína mínimo é de 75 g (BRASIL, 2003), já o Comitê do Instituto de Medicina (EUA) preconiza que o consumo ideal de proteína seja de 56 g. por dia para homens adultos e 46 g por dia para mulheres (IOM, 2005).

### **2.3. Compostos Fenólicos**

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários produzidos pelas plantas, responsáveis pela defesa natural para estresses bióticos e abióticos e quando ingeridos como forma de alimento apresentam ação funcional capaz de proporcionar benefícios à saúde. Esses compostos exercem várias ações do ponto de vista biológico, tais como: atividade antioxidante, modulação de enzimas de destoxificação, estimulação do sistema imune, redução da agregação plaquetária, atividade antibacteriana e antiviral, entre outros (COSTA; JORGE, 2011; RÊGO

JÚNIOR et al., 2011). Quimicamente são substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos (Figura 3), incluindo seus grupos funcionais (ANGELO; JORGE, 2007).

**Figura 3.** Grupo fenol (anel aromático com grupo hidroxila funcional)



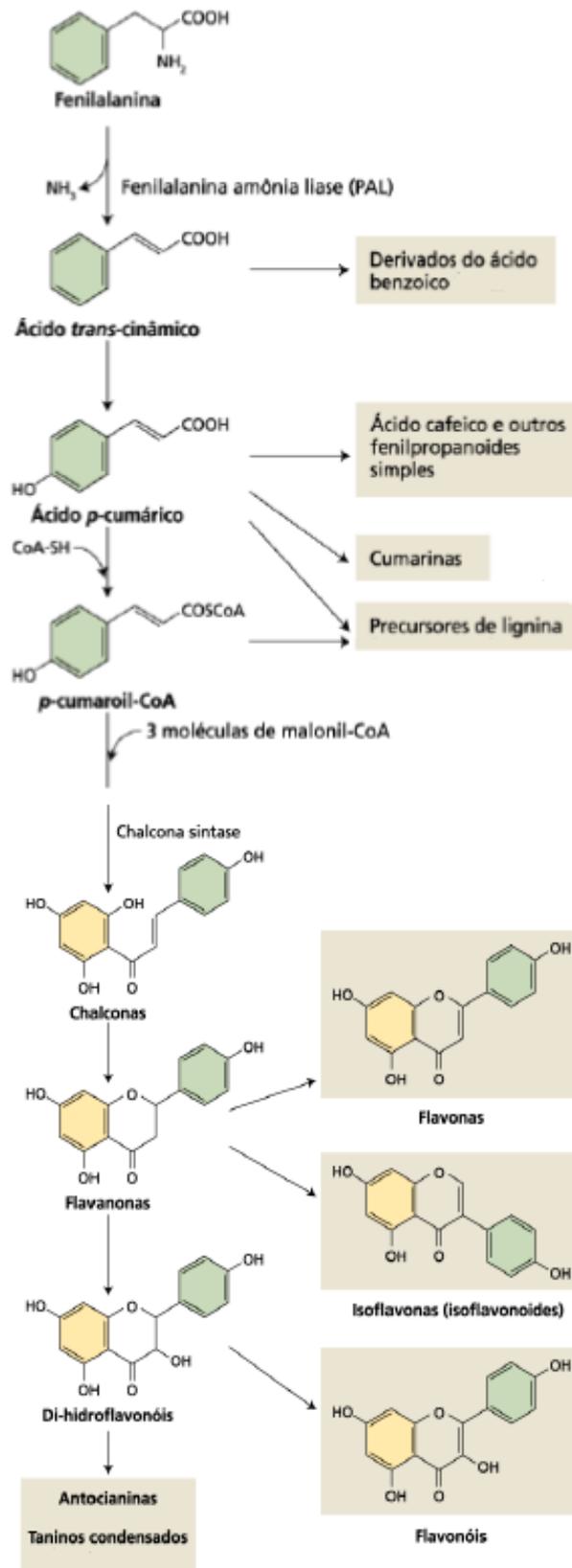
Fonte: Acervo pessoal

Os compostos fenólicos são sintetizados por duas rotas metabólicas básicas, a rota do ácido malônico, principal via de síntese de compostos fenólicos em fungos e bactérias e tem menor importância em plantas e a rota do ácido chiquímico (Figura 4), cuja maioria dos compostos fenólicos de plantas é biossintetizado pela desaminação da fenilalanina formando o ácido cinâmico, reação catalisada pela enzima do metabolismo secundário denominada fenilalanina amônia liase (FAL) (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os fenólicos são considerados interruptores de radicais livres, atuando na prevenção da autoxidação. Os antioxidantes fenólicos interagem, preferencialmente, com o radical peroxil, tendo em vista que este é o mais prevalente na etapa da autoxidação e por possuir menor energia do que outros radicais, favorecendo assim, a abstração do seu hidrogênio. O radical fenoxil resultante, embora relativamente estável, pode interferir na reação de propagação ao reagir com um radical peroxil, via interação entre radicais. O composto formado, por ser foto e termossensível, poderá originar novos radicais, comprometendo a eficiência do antioxidante, que é determinada pelos grupos funcionais presentes e pela posição que ocupam no anel aromático, bem como, pelo tamanho da cadeia desses grupos (ANGELO; JORGE, 2007; DECKER, 1998; SHAHIDI; JANITHA; WANASUNDARA, 1992).

Os compostos fenólicos possuem estruturas variáveis e com isso, são multifuncionais. Em plantas, são essenciais no crescimento e reprodução dos vegetais. Em humanos, além de agirem como agente antipatogênico (inibição dos cânceres de cólon, esôfago, pulmão, fígado, mama e pele), contribuírem na pigmentação. Em alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa. Na natureza, existem cerca de dez mil fenóis, dentre eles, destacam-se os flavonóides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis (ANGELO; JORGE, 2007; LEE et al., 2005; SHAHIDI; NACZK, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2013).

**Figura 4.** Esquema de biossíntese de compostos fenólicos a partir da fenilalanina. A síntese de muitos compostos fenólicos vegetais, incluindo fenilpropanoides simples, cumarinas, derivados do ácido benzoico, lignina, antocianinas, isoflavonas, taninos condensados.



Fonte: Adaptado de Taiz e Zeiger (2013).

Diversos estudos estão sendo realizados com a finalidade de analisar e quantificar este tipo de compostos em alimentos, tendo em vista o aumento da procura por produtos alimentícios que ao serem consumidos podem colaborar na prevenção da autoxidação celular, trazendo benefícios à saúde humana (BELWAL et al., 2018; LORDÊLO et al., 2010; MONTEIRO; DANESI, 2014; YEUNG; MOCAN; ATANASOV, 2018). Para quantificar esses compostos em alimentos estudos sendo realizados utilizando dois métodos distintos, denominados Folin Ciocalteau e Fast Blue (MEDINA, 2011; WATERHOUSE, 2002).

#### **2.4. Atividade antioxidante dos Alimentos**

Naturalmente, os antioxidantes são classificados como substâncias formadas por moléculas heterogêneas sintéticas ou naturais que impedem o processo de oxidação de compostos ou que neutralizam os radicais livres, mesmo em baixas concentrações (YASHIN et al., 2017). O aprisionamento de radicais reativos contribui para a prevenção de danos oxidativos induzidos por substâncias tóxicas e carcinogênicas (MAK et al., 2018). Estes compostos, quimicamente são constituídos por uma estrutura com, no mínimo, uma hidroxila. (BRENNAN; PAGLIARINI, 2001).

Os diversos compostos antioxidantes podem ser classificados quanto à origem e localização, em antioxidantes endógenos ou exógenos e antioxidantes intracelulares ou extracelulares. Além disso, são classificados quanto aos mecanismos de ação, em antioxidantes de prevenção, varredores e antioxidantes de reparo (KOURY; DONANGELO, 2003). Porém, a classificação mais utilizada para estes compostos é a divisão entre duas classes: a dos com atividade enzimática e a dos sem essa atividade. Na primeira, estão os compostos capazes de bloquear a iniciação da oxidação, ou seja, as enzimas que removem as espécies reativas ao oxigênio. Na segunda classe, estão moléculas que interagem com os radicais livres e são consumidas durante a reação. Nesta classificação, incluem-se os antioxidantes naturais, como os compostos fenólicos, e sintéticos (MOREIRA; MANCINI-FILHO, 2004; VASCONCELOS et al., 2014).

De acordo com Kong e Lillehei (1998), os antioxidantes atuam de três formas contra os radicais livres. A primeira, é a de prevenção, caracterizando-se pela proteção contra a formação de substâncias agressoras. A segunda é a interceptação dos radicais livres, os quais uma vez formados iniciam suas atividades destrutivas. E a última, é o reparo que ocorre quando as duas primeiras linhas não foram completamente efetivas e os produtos de destruição pelos radicais livres estão sendo continuamente formados e podem se acumular no organismo.

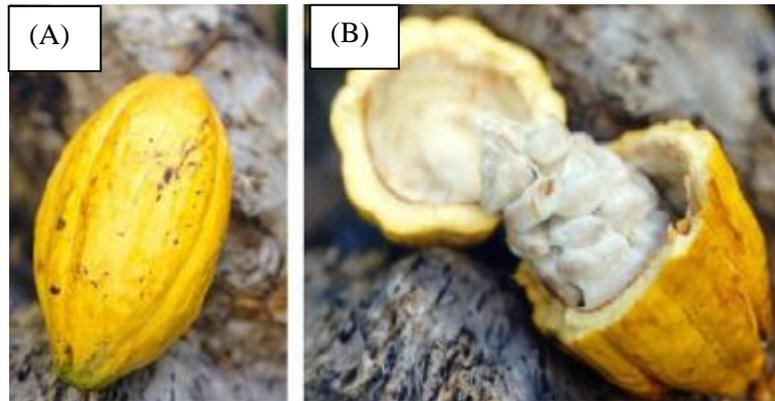
Este mecanismo de ação dos antioxidantes presentes em extratos de plantas possui papel importante na redução da oxidação lipídica em tecidos, vegetal e animal. Quando incorporados na alimentação humana não conservam apenas a qualidade do alimento, mas também reduzem o risco de desenvolvimento de patologias, como aterosclerose, disfunção cerebral e câncer (COSTA; JORGE, 2011). Os vegetais apresentam diferentes capacidades antioxidantes de acordo com seu teor de polifenol, vitamina C, E, carotenóides e flavonóides (SAHREEN; KHAN; KHAN, 2010). De acordo com Yashin et al. (2017) os antioxidantes quando adicionados aos alimentos, conseguem controlar o desenvolvimento da rancidez, retardam a formação de produtos de oxidação tóxicos, mantêm a qualidade nutricional e prolongam a vida de prateleira dos produtos.

Uma forma de saber se determinado alimento apresenta de fato atividade antioxidante, devem ser realizadas análises laboratoriais. Dessa forma, recomenda-se o uso de pelo menos dois métodos analíticos combinados para fornecer um resultado confiável da atividade antioxidante total de um alimento, tendo em vista que cada metodologia difere quanto ao princípio do método, sendo dividido em métodos baseados na captura dos radicais livres e métodos baseados na determinação da oxidação de uma molécula alvo (PÉREZ-JIMÉNEZ et al., 2008; SUCUPIRA et al., 2012). Os métodos ABTS (2,2-azino-bis(ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid), DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila),  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico, FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), e Complexo Fosfomolibdênio são alguns exemplos para determinar atividade antioxidantes (CONTRERAS-CALDERÓN et al., 2011; PRIETO; PINEDA; AGUILAR, 1999; RUFINO et al., 2010).

## **2.5. Cacau (*Theobroma cacao L.*)**

O cacau (*Theobroma cacao L.*) é uma árvore essencialmente tropical, que prospera em regiões quentes e úmidas, cultivada em temperaturas acima de 20°C durante todo o ano (BECKETT, 1994). O fruto aparece na árvore de quatro a seis meses após a floração e é composto por casca, polpa e sementes. Cada fruto contém entre 20 e 50 sementes envoltas numa polpa macia de cor marrom embranquecida e pesam de 300 a 600 gramas (Figura 5). Especificamente, o cacau fica no viveiro por cerca de um ano, é transportado e cresce ramificado, sendo podado no terceiro ano. Aos 4 anos começa a produzir, mas atinge sua produtividade plena aos 12 anos, produzindo, em média, durante 35 anos, frutos com qualidade para consumo e utilização para processamento. (BASTOS, 2003; NACHTIGALL, 1999)

**Figura 5.** (A) Fruto de cacau inteiro, (B) fruto de cacau cortado transversalmente e sementes com polpa.



Fonte: Adaptado de Gutiérrez, (2017).

No estado da Bahia, mais precisamente na região sul, encontra-se a maior fronteira nordestina de mata cabruca, onde se cultivam mais de 500.000 hectares de cacauzeiros. Em função das dificuldades econômicas de se manejar uma cultura sobre o dossel da mata, como é o caso da cacauicultura, uma forma de reduzir custos e manter o interesse dos agricultores por essa atividade é o reaproveitamento de resíduos gerados nas áreas de produção (SODRÉ et al., 2012).

As amêndoas (Figura 6), são formadas por 85% de cotilédones e 15% de casca (TIMMS; STEWART, 1999). Já Mendes e Lima (2007) citam que a casca, também denominada de farelo de cacau, representa 12% a 20% da amêndoa. A remoção das cascas das amêndoas pode ocorrer antes ou depois da torrefação, juntamente com o gérmen, e posteriormente, os cotilédones das amêndoas de cacau são quebrados em fragmentos, chamados de nibs, e são usados na produção de chocolate (BECKETT, 2008; OKIYAMA; NAVARRO; RODRIGUES, 2017).

**Figura 6.** Partes da amêndoa de cacau



Fonte: Adaptado de Okiyama et al. (2017)

### 2.5.1. Farelo de cacau (*Theobroma cacao* L.)

O farelo de cacau (Figura 7) é um coproduto oriundo do processamento das amêndoas de cacau para a produção de produtos à base de chocolate. Além de ser um material fibroso e apresentar características sensoriais (cor, aroma e sabor) semelhantes ao pó de cacau, pode ser encontrado no mercado por preços mais acessíveis (OKIYAMA; NAVARRO; RODRIGUES, 2017; SILVA et al., 2005). El-Shekeil, Sapuan e Algrafi (2014), indicaram que a produção anual estimada de farelo de cacau fica entre 8000 e 12000 toneladas. Já no ano de 2016 a Organização Internacional de Cacau, estimou a geração mundial em 700 mil toneladas de farelo de cacau, aproximadamente (OKIYAMA; NAVARRO; RODRIGUES, 2017).

**Figura 7.** Farelo de cacau com granulometria de 40 micras.



Fonte: Acervo pessoal

Belitz e Grosch (1999) afirmaram que o farelo de cacau pode ser empregado na recuperação de teobromina, produção de carvão ativado, ração animal, substituto de cortiça e após extração da gordura, como fertilizante ou combustível. De acordo com Medeiros e Lannes (2010) outra aplicação para esse coproduto da indústria cacaeira seria a utilização como substituto parcial do pó de cacau nos produtos finais.

Diversos estudos relatam o farelo de cacau sendo aplicado na produção de alimentos animal (ANDRADE et al., 2010; PIRES et al., 2004; SILVA et al., 2005), como fonte renovável de energia (SYAMSIRO et al., 2012) e como agentes adsorventes de diferentes compostos (KALAIVANI et al., 2015; RIBAS et al., 2014). Turcotte et al. (2009) utilizaram a casca da amêndoa de cacau como suporte de biofiltração para o tratamento de efluentes da indústria de alimentos.

São poucos os estudos na área de alimentos utilizando o farelo de cacau para o desenvolvimento de produtos. Visando o aproveitamento da funcionalidade desse resíduo,

estudos testando os efeitos das fibras alimentares da casca das amêndoas de cacau foram realizados. Dentre alguns estudos, Martínez-Cervera et al. (2011) observaram que a fibra dietética de cacau solúvel é uma opção para substituir o óleo em uma formulação de bolos de chocolate.

Segundo Redgwell et al. (2003) o farelo de cacau é formado por 40% de fibras, sendo 30% celulose, e a procura por alimentos funcionais, que possam acrescentar algum benefício à saúde, como elevando o conteúdo de fibras na dieta humana, aumenta o apelo no uso do farelo de cacau, tornando-a uma fonte barata de fibras para os produtos de chocolate. Okiyama et al. (2017) citaram que a casca por possuir uma forte cor marrom e sabor de chocolate torna a aplicação do farelo de cacau viável e interessante como um corante natural e agente aromatizante, além de contribuir com o reaproveitamento de um coproduto agroindustrial.

### **2.5.2. Caracterização físico-química do farelo de cacau**

Assim como todos os vegetais, a composição química do farelo de cacau varia de acordo com o local de cultivo, forma e estrutura das amêndoas de cacau, a origem e o processamento a que foi submetido, entre outros fatores, como é possível observar na Tabela 1 os resultados obtidos por diversos autores. Já no estudo realizado por Donkoh et al. (1991), o farelo de cacau continha ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  de matéria seca) 76,6 proteína bruta, 43,7 extrato etéreo, 325 fibra bruta, 101 cinza, 414 fibra detergente ácido, 522 fibra em detergente neutro e 108 hemicelulose.

Quando comparada com a composição química do nibs, o farelo de cacau leva algumas vantagens com a relação às propriedades funcionais. Conforme a Tabela 1 mostra, a quantidade de açúcares solúveis é pouca ou inexistente, pois seu valor calórico reduzido (LECUMBERRI et al., 2007). Outra vantagem é o teor de fibra do farelo de cacau, que segundo Martín-Cabrejas et al. (1994) é quase três vezes maior que o de nibs e constitui mais de 50% do material inteiro.

De acordo com Okiyama et al. (2017), o farelo de cacau pode ser considerado como um ingrediente funcional de grande valor, agregando sabor e características bioativas ao produto alimentício, tendo em vista que é fonte de fibras dietéticas e ricas em compostos fenólicos, com alta atividade antioxidante. Estes biocompostos associados ao perfil de composição química da casca de cacau demonstram que este coproduto pode ter aplicabilidade na indústria de alimentos.

**Tabela 1.** Composição química do farelo de cacau (g. kg<sup>-1</sup> de matéria seca).

	Martin-Cabrejas et al. (1994)	Arlorio et al. (2001)	Lecumberri et al. (2007)	Martínez et al. (2012)
Umidade	47 ± 1	101 ± 6	Nd	77 ± 1
Proteína	116 ± 2	181 ± 8	167 ± 2	150 ± 2
Gordura	185 ± 12	68 ± 2	66 ± 4	20,2 ± 0,3
Fibra dietética	504 ± 21	606 ± 6	605 ± 3	Nd
Açúcares solúveis	Nd	Nd	3,5 ± 0,4	Nd
Carboidratos	Nd	Nd	Nd	178,0 ± 0,9
Cinza	75 ± 1	81 ± 4	114,2 ± 0,4	73 ± 1
Polifenóis	Nd	18 ± 8	58 ± 3	Nd
Teobromina	Nd	13 ± 2	Nd	Nd
Ácido fítico	Nd	6 ± 1	Nd	Nd

Nd: não determinado.

## 2.6. Farinha de Soja (*Glycine max* L.)

A soja (*Glycine max* L.) (Figura 8) é classificada como oleaginosa e é uma das culturas de maior importância econômica no mundo. Sua planta se desenvolve até a altura que varia de 0,75 a 1,25 m, de porte ereto e se ramifica escassamente ou densamente, dependendo de cultivares e condições de crescimento (VILLALVA, 2008).

**Figura 8.** Grãos de soja na vagem



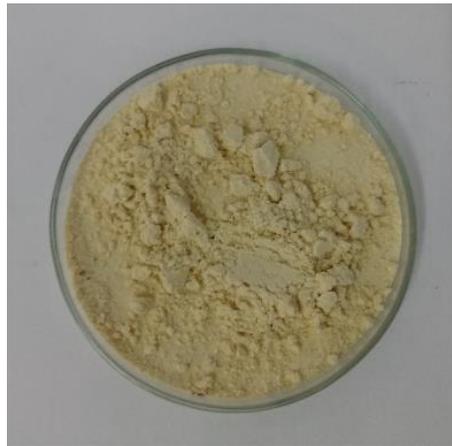
Fonte: He e Chen (2013)

Nos países ocidentais, os grãos são normalmente colhidos como sementes secas e posteriormente processados em aplicações não-alimentares e alimentares, como óleo de soja, farelo de soja desengordurado e farinha de soja. No Extremo Oriente, a soja preta tem sido usada como alimento e material medicinal na Coreia e na China desde os tempos antigos (MALENČIĆ; CVEJIĆ; MILADINOVIĆ, 2012). No Brasil, a soja foi cultivada primeiramente na Bahia e espalhou-se para São Paulo (Campinas), Rio Grande do Sul, onde foi cultivada e

tem grande importância até os dias atuais, juntamente com o Mato Grosso, Paraná e Goiás (FERREIRA; POPPI; LIMA PALLONE, 2015; PAIVA; ALVES; HELENO, 2006).

A farinha de soja (Figura 9) é um produto derivado dos grãos de soja torrados que foram moídos e peneirados com granulometria própria para a produção de farinha, amplamente utilizada na indústria como um ingrediente para aumentar o conteúdo de proteínas de muitos alimentos (HE; CHEN, 2013), visando melhorias nas propriedades do produto final.

**Figura 9.** Farinha de soja.



Fonte: Acervo pessoal

A farinha é o produto menos refinado da soja, porém é o industrializado mais importante, pois é usada para enriquecer alimentos e para obtenção de texturizados, concentrados e isolados (DANTAS et al., 2010). Segundo Nascimento et al. (2009), a farinha de soja é muito utilizada na panificação proporcionando melhorias nas propriedades funcionais como absorção de água, absorção de gordura, propriedades emulsificantes, espumantes, gelificação, entre outras.

No estudo realizado por Mareti et al. (2010) foi possível desenvolver formulações de biscoitos que obtiveram boa aceitabilidade, principalmente com relação a dureza, pela substituição de 70,7% da farinha de trigo de uma formulação original por misturas de farinha de soja desengordurada e farelo de aveia, em diferentes proporções. Leonel et al. (2010) observaram que a mistura do polvilho azedo com a farinha de soja proporcionaram, na produção de biscoito funcional de polvilho azedo, características desejadas, como elevada expansão, índices intermediários de absorção e solubilidade em água, cor clara e menor dureza.

Além de melhorias tecnológicas, alimentos com soja em sua composição podem apresentar propriedade funcionais. Por ser rica em proteínas, substâncias responsáveis pelo transporte de vitaminas pelo organismo, a soja pode colaborar no combate a fraqueza e a

anemia. (NASCIMENTO; WANG; NASCIMENTO, 2009). A soja, assim como sua farinha, tem o potencial de desempenhar um papel na prevenção e tratamento de doenças crônicas, principalmente câncer, aterosclerose, osteoporose e doença coronariana, devido ao alto conteúdo da isoflavona genisteína (um fitoestrógeno), um inibidor natural das proteínas quinases específicas da tirosina (AHMAD et al., 2014; HE; CHEN, 2013; MALENČIĆ; CVEJIĆ; MILADINOVIĆ, 2012).

### 2.6.1. Caracterização físico-química da farinha de soja

A composição química da soja e, conseqüentemente, da farinha pode variar com as condições climáticas, tipo de solo, localização geográfica, variedades e práticas agrônômicas, entre outros fatores (VIEIRA; CABRAL; DE PAULA, 1999). De acordo com Saidu (2005) os grãos de soja comercial apresenta um conteúdo médio, na base seca, de 39,52% de proteínas, 5,41% de cinzas, 5,75% de fibras, 32,01% de carboidratos e 23,04% de lipídeos, dos quais 85% são gorduras insaturadas e rica em ácidos graxos linoléico e linolênico (precursor do ácidos graxos ômega-3), 23% de ácido oléico e 16% de ácido palmítico. Dessa forma, pode-se observar que os valores encontrados por Saidu (2005) mostram-se similares aos obtidos para a farinha de soja em outros estudos desenvolvido, conforme observa-se na Tabela 2.

Silva et al. (2006) comparou o conteúdo proteico dos grãos (40%) encontrado por eles com o da farinha de soja (46 %) estudado por García et al. (1998) e observou que os valores mostraram-se próximos. Além da proteína, a farinha de soja, assim como a grão, fornecem fibra dietética, os ácidos graxos essenciais, linoléico e linolênico, algumas vitaminas e compostos fitoquímicos, como as isoflavonas, que apresentam importantes propriedades biológicas, tais como atividade antioxidante, atividade antifúngica, propriedades estrogênicas e atividade anticancerígena (câncer de mama e próstata) (HE; CHEN, 2013; KOSHY et al., 2015; PARK et al., 2002; YOUSIF, 2014).

**Tabela 2.** Composição química da farinha de soja (% de matéria seca).

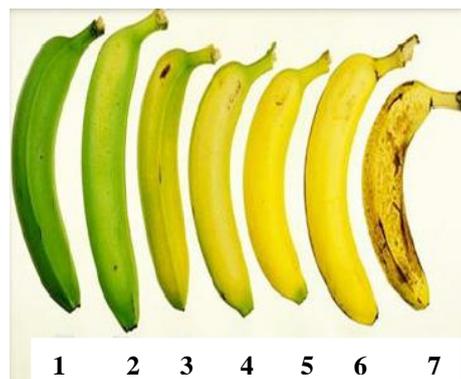
	Silva et al. (2012)	TACO (2011)
Umidade	8,91	5,8
Proteína	35,53	36
Lipídeos	25,6	14,6
Cinzas	4,81	5,1
Carboidratos	34,06	38,4
Fibra Bruta	2,49	Nd
Fibra Dietética	Nd	20,2

Nd: não determinando

## 2.7. Farinha de banana de verde (*Musa spp.*)

A banana (*Musa spp.*) é um pseudofruto produzido na maioria dos países tropicais, sendo o quarto produto alimentar mais consumido no mundo devido ao seu sabor e alto valor nutritivo (SOUZA; LEONEL; FRAGOSO, 2011). Vilas Boas et al. (2001) cita que a forte adstringência da polpa da banana verde é causada pela presença de amido resistente (polímeros de glicose formado por amilose e a amilopectina) e compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos. À medida que a banana amadurece (Figura 10), ocorre polimerização desses compostos, com consequente diminuição na adstringência, aumento da doçura e redução da acidez. Segundo Adão e Glória (2005), a banana possui variável fonte de minerais e seu sabor é um dos mais importantes atributos de qualidade.

**Figura 10.** Estádios de amadurecimento da banana. (1 - 7: Completamente verde para amadurecer completamente).



Fonte: Adaptado de Madan et al. (2014)

As farinhas de bananas verdes, conforme o Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT), podem ser obtidas por secagem natural ou artificial, utilizando bananas verdes ou semi verdes das variedades, Prata, Terra, Cavendish, Nanica ou Nanicão (GUERREIRO, 2006). A farinha de banana verde (Figura 11) apresenta sabor suave e cor clara, podendo assim, substituir outras farinhas sem que haja prejuízo das características sensoriais (LOBO; SILVA, 2003). Devido a adstringência e a concentração do amido resistente presente na banana a obtenção de farinhas é a principal alternativa para assegurar a utilização dos frutos verdes pela indústria de alimentos (BORGES; PEREIRA; LUCENA, 2009; SARAWONG et al., 2014).

**Figura 11.** Farinha de banana verde.



Fonte: Acervo pessoal

Na última década, o uso de farinha de banana verde como ingrediente funcional tem atraído muita atenção das equipes de pesquisa, devido ao alto teor de amido resistente, como fibra dietética, compostos bioativos, antioxidantes e sais minerais, tais como potássio, cálcio, ferro, magnésio e enxofre (CAMPUZANO; ROSELL; CORNEJO, 2018; SARAWONG et al., 2014; VERNAZA et al., 2012). Além dos benefícios nutricionais, a produção da farinha contribui para a redução das perdas pós-colheita que chega a ser 60% da produção nacional, aumento do tempo de vida de prateleira e na agregação de valor à fruta (BEZERRA et al., 2013).

Yangilar (2015) desenvolveu um sorvete enriquecido com farinha de banana verde e concluiu que a aplicação da farinha afetou positivamente os teores de umidade, acidez, gordura, fibra dietética e cinzas e a viscosidade do produto final. Já Agama-Acevedo et al. (2012) inferiu que o cookie elaborado com farinha de banana verde apresentou o dobro de fibra dietética e apresentaram características importantes de digestão do amido, podendo assim ser uma alternativa nutricional para pessoas com problemas de saúde como diabetes e obesidade.

A aplicação da farinha de banana verde em produtos alimentícios está sendo correlacionada com propriedades funcionais, tendo em vista que o amido resistente, presente em grande quantidade na banana verde, colabora na prevenção de doenças crônicas como o câncer, diabetes, dislipidemias, doenças coronárias e obesidade (MATOS et al., 2017; PERUCHA, 2005). Mastro et al., (2007) inferiu que outra propriedade é a capacidade de estimular a proliferação de bactérias benéficas em humanos, colaborando positivamente em casos de colite, colite ulcerativa, úlcera gástrica, uremia, nefrite, gota, doença cardiovascular e doença celíaca.

### 2.7.1. Caracterização físico-química da farinha de banana verde

A banana verde, assim como sua farinha, tem despertado interesse do mercado consumidor, pois, além do seu valor nutricional, com quantidades consideráveis de vitaminas B e C, bem como sais minerais, como potássio e cálcio (ASMAR et al., 2013; LEONEL et al., 2011), destacam-se a presença de amido resistente (ALKARKHI et al., 2011; TRIBESS et al., 2009), fitoesteróis, compostos fenólicos (SARAWONG et al., 2014; VERNAZA et al., 2012) e atividade antioxidante (SARAWONG et al., 2014; WANG; ZHANG; MUJUMDAR, 2012).

Diferentes cultivares podem afetar o rendimento, as características físico-químicas e morfológicas; propriedades reológicas, térmicas e funcionais de farinhas de banana verde. Bezerra et al. (2013) caracterizou a farinha de banana verde e obteve os valores descritos na Tabela 3.

**Tabela 3.** Composição química da farinha de banana verde (% de matéria seca)

Composição (% de matéria seca)	
Proteína	4,14
Lipídeos	0,453
Cinzas	1,084
Carboidratos	86,92
Amido total	78,43
Amido resistente	40,14
Fibra Dietética	8,49

Fonte: Bezerra et al. (2013)

De acordo Suntharalingam e Ravindran (1993) a composição química média (% da matéria seca) das farinhas foi a seguinte: proteína bruta (3,2); lipídeo (1,3); cinzas (3,7); celulose (3,1); lignina (1,0) e hemicelulose (5,0). A composição de carboidratos indicou que a farinha contém 2,8% de açúcares solúveis, 70,0% de amido e 12,0% de polissacarídeos não-amiláceos. Indicou também que o potássio é o mineral predominante.

No estudo realizado por Borges, Pereira e Lucena (2009) encontraram teor de umidade na farinha de banana verde da mesma variedade de 3,30% de matéria seca. Em relação ao teor de proteína bruta, reportaram valor de 4,5% de matéria seca. Observou-se também que o teor de amido foi 72,72% de matéria seca. O valor médio da fração glicídica foi 87,92% de matéria seca. Quanto ao conteúdo de minerais, inferiu-se que a farinha de banana verde é rica em potássio, fósforo, magnésio, cobre, manganês e zinco, quando comparada aos demais tipos de farinhas existentes no mercado.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo geral

- Desenvolver um produto à base de farelo de cacau (*Theobroma cacao L.*) utilizando o delineamento centroide-simples.

#### 3.2. Objetivos específicos

- Elaborar biscoitos tipo cookie enriquecidos com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde;
- Gerar modelo estatístico para otimização das formulações;
- Determinar as concentrações ideais dos componentes da mistura;
- Determinar a composição centesimal dos cookies elaborados;
- Determinar o teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante dos cookies formulados;
- Avaliar aceitação sensorial das formulações elaboradas;
- Descrever sensorialmente os cookies utilizando a metodologia *Check-all-that-apply* (CATA).

## REFERÊNCIAS

- ADÃO, R. C.; GLÓRIA, M. B. A. Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of 'Prata' banana (*Musa acuminata*×*M. balbisiana*). **Food Chemistry**, [s. l.], v. 90, n. 4, p. 705–711, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881460400384X>>
- AGAMA-ACEVEDO, E.; ISLAS-HERNÁNDEZ, J. J.; PACHECO-VARGAS, G.; OSORIO-DÍAZ, P.; BELLO-PÉREZ, L. A. Starch digestibility and glycemic index of cookies partially substituted with unripe banana flour. **LWT - Food Science and Technology**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 177–182, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2011.10.010>>
- AHMAD, A.; HAYAT, I.; ARIF, S.; MASUD, T.; KHALID, N.; AHMED, A. Mechanisms involved in the therapeutic effects of soybean (*glycine max*). **International Journal of Food Properties**, [s. l.], v. 17, n. 6, p. 1332–1354, 2014.
- AJILA, C. M.; LEELAVATHI, K.; PRASADA RAO, U. J. S. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. **Journal of Cereal Science**, [s. l.], v. 48, n. 2, p. 319–326, 2008.
- ALKARKHI, A. F. M.; RAMLI, S. Bin; YONG, Y. S.; EASA, A. M. Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 129, n. 2, p. 312–318, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814611006261>>
- ALMEIDA, V. V. De; CANESIN, E. A.; SUZUKI, R. M.; PALIOTO, G. F. Análise Qualitativa de Proteínas em Alimentos Por Meio de Reação de Complexação do Íon Cúprico. **Química nova na escola**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 34–40, 2013.
- ANDRADE, I. V. O.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. De; VELOSO, C. M.; BONOMO, P. Revista Brasileira de Zootecnia Perdas , características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim- elefante contendo subprodutos agrícolas 1 Losses , fermentation characteristics and nutritional value of elephant grass silage containing agricul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 39, n. 12, p. 2578–2588, 2010.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, [s. l.], v. 66, n. 1, p. 1–9, 2007.
- ARLORIO, M.; COISSON, J. D.; RESTANI, P.; MARTELLI, A. Characterization of Pectins and Some Secondary Compounds from *Theobroma cacao* Hulls. **Food Chemistry and Toxicology**, [s. l.], v. 66, n. 5, p. 653–656, 2001.
- ASMAR, S. A.; CASTRO, E. M.; PASQUAL, M.; PEREIRA, F. J.; SOARES, J. D. R. Changes in leaf anatomy and photosynthesis of micropropagated banana plantlets under different silicon sources. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 161, p. 328–332, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423813003713>>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, M. A. e P. & B. I. **Estatística**. 2017. Disponível em: <<https://abimapi.com.br/estatistica-biscoito.php>>. Acesso em: 19 jul. 2018.
- BATISTA, A. P.; NICCOLAI, A.; FRADINHO, P.; FRAGOSO, S.; BURSIC, I.; RODOLFI, L.; BIONDI, N.; TREDICI, M. R.; SOUSA, I.; RAYMUNDO, A. Microalgae biomass as an

alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility. **Algal Research**, [s. l.], v. 26, n. March, p. 161–171, 2017.

BAUMGARTNER, B.; ÖZKAYA, B.; SAKA, I.; ÖZKAYA, H. Functional and physical properties of cookies enriched with dephytinized oat bran. **Journal of Cereal Science**, [s. l.], v. 80, p. 24–30, 2018.

BECKETT, S. T. **Fabricación y Utilización Industrial Del Chocolate**. 1. ed. Zaragoza.

BECKETT, S. T. **The Science of Chocolate**. 2. ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2008. Disponível em: <<http://ebook.rsc.org/?DOI=10.1039/9781847558053>>

BELITZ, H. D.; GROSCH, W. **Food chemistry**. 2. ed. Berlin: Springer Verlag, 1999.

BELWAL, T.; DEVKOTA, H. P.; HASSAN, H. A.; AHLUWALIA, S.; RAMADAN, M. F.; MOCAN, A.; ATANASOV, A. G. Phytopharmacology of Acerola (*Malpighia* spp.) and its potential as functional food. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 74, n. January, p. 99–106, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.01.014>>

BEZERRA, C. V.; AMANTE, E. R.; DE OLIVEIRA, D. C.; RODRIGUES, A. M. C.; DA SILVA, L. H. M. Green banana (*Musa cavendishii*) flour obtained in spouted bed – Effect of drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 41, p. 241–249, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669012002257>>

BORGES, A. de M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. De. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 333–339, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612009000200015&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612009000200015&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>

BRASIL. ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. **Diário Oficial da União Poder Executivo**, [s. l.], p. 3–6, 1999. a. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/regutec.htm>>

BRASIL. ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução Nº 19, De 30 de abril de 1999. **Diário Oficial da União**, [s. l.], p. 3–6, 1999. b. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RESOLUCAO\\_19\\_1999.pdf/f33ae19c-1f69-4994-8fb3-82fd5b8024b9%0Ahttp://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RESOLUCAO_19_1999.pdf/f33ae19c-1f69-4994-8fb3-82fd5b8024b9%0Ahttp://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf)>

BRASIL. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**, [s. l.], p. 1–9, 2003. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360\\_23\\_12\\_2003.pdf/5d4fc713-9c66-4512-b3c1-afee57e7d9bc](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360_23_12_2003.pdf/5d4fc713-9c66-4512-b3c1-afee57e7d9bc)>

BRASIL. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, [s. l.], 2012. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0054\\_12\\_11\\_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864)>

BRASIL, A. N. de V. S. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 - aprova o

“regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos”. **Anvisa**, [s. l.], p. 6, 2005.

BRENNA, O. V.; PAGLIARINI, E. Multivariate Analysis of Antioxidant Power and Polyphenolic Composition in Red Wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 49, n. 10, p. 4841–4844, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/jf0104376>>

BRITO, I.; CAMPOS, J.; SOUZA, T.; WAKIYAMA, C.; AZEREDO, G. . Elaboração e avaliação global de barras de cereais caseiras. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 35–50, 2004.

CAMELO-MÉNDEZ, G. A.; AGAMA-ACEVEDO, E.; TOVAR, J.; BELLO-PÉREZ, L. A. Functional study of raw and cooked blue maize flour: Starch digestibility, total phenolic content and antioxidant activity. **Journal of Cereal Science**, [s. l.], v. 76, p. 179–185, 2017.

CAMPUZANO, A.; ROSELL, C. M.; CORNEJO, F. Physicochemical and nutritional characteristics of banana flour during ripening. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 256, n. November 2017, p. 11–17, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.113>>

CATANEO, C. B.; CALIARI, V.; GONZAGA, L. V.; KUSKOSKI, E. M.; FETT, R. Atividade antioxidante e conteúdo fenólico do resíduo agroindustrial da produção de vinho. **Semina: Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 93–102, 2008.

CATAPANO, A. L.; GRAHAM, I.; BACKER, G. De; WIKLUND, O.; CHAPMAN, M. J.; DREXEL, H.; HOES, A. W.; JENNINGS, C. S.; LANDMESSER, U.; PEDERSEN, T. R.; REINER, Ž.; RICCARDI, G.; TASKINEN, M.-R.; TOKGOZOGLU, L.; VERSCHUREN, W. M. M.; VLACHOPOULOS, C.; WOOD, D. A.; ZAMORANO, J. L.; COONEY, M.-T. 2016 ESC/EAS Guidelines for the Management of Dyslipidaemias. **European Heart Journal**, [s. l.], v. 37, n. 39, p. 2999–3058, 2016.

CONTRERAS-CALDERÓN, J.; CALDERÓN-JAIMES, L.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E.; GARCÍA-VILLANOVA, B. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Research International**, [s. l.], v. 44, n. 7, p. 2047–2053, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996910004357>>

COSTA, T.; JORGE, N. Compostos Bioativos Benéficos Presentes em Castanhas e Nozes Beneficial Bioactive Compounds Present in Nuts and Walnuts. **Ciência Biológica e da Saúde**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 195–203, 2011.

CUKIER, C.; MAGNONI, D.; ALVAREZ, T. **Nutrição baseada na fisiologia dos órgãos e sistemas**. São Paulo.

DALL’ALBA, V.; AZEVEDO, M. J. De. Papel das Fibras Alimentares Sobre o Controle Glicêmico, Perfil Lipídico e Pressão Arterial em Pacientes com Diabetes Melito Tipo 2. **Artigo**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 363–371, 2010.

DANTAS, M. I. D. S.; SILVA, M. G. Da; PINTO, C. R. R.; PEREIRA, C. A. D. S.; MINIM, V. P. R.; BITTENCOURT, M. C. B. Farinhas de soja sem lipoxigenase agregam valor sensorial em bolos. **Revista Ceres**, [s. l.], v. 57, n. 2, p. 141–144, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2010000200001&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2010000200001&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)>

DECKER, E. A. Strategies for manipulating the prooxidative/antioxidative balance of foods to maximize oxidative stability. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 9, n. 6, p. 241–248, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224498000454>>

DGA - DIETARY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE. Scientific Report of the 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee. **Department of Health and Human Services**, [s. l.], p. 571, 2015.

DONKOH, A.; ATUAHENE, C. C.; WILSON, B. N.; ADOMAKO, D. Chemical composition of cocoa pod husk and its effect on growth and food efficiency in broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 161–169, 1991. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0377840191901074>>

EL-SHEKEIL, Y. A.; SAPUAN, S. M.; ALGRAFI, M. W. Effect of fiber loading on mechanical and morphological properties of cocoa pod husk fibers reinforced thermoplastic polyurethane composites. **Materials & Design**, [s. l.], v. 64, p. 330–333, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306914005664>>

FAO; WHO. Guidelines on nutrition labelling CAC/ GL 2-1985 as last amended 2017. **Codex Alimentarius. International Food Standards**, [s. l.], p. 10, 2017. Disponível em: <[http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCAC%2BGL%2B2-1985%252FCXG\\_002e.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCAC%2BGL%2B2-1985%252FCXG_002e.pdf)>

FERREIRA, D. S.; POPPI, R. J.; LIMA PALLONE, J. A. Evaluation of dietary fiber of Brazilian soybean (*Glycine max*) using near-infrared spectroscopy and chemometrics. **Journal of Cereal Science**, [s. l.], v. 64, p. 43–47, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2015.04.004>>

FREIRE, M. T.; PETRUS, R.; FREIRE, C. M.; OLIVEIRA, C. A.; FELIPE, A. M.; GATTI, J. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE POLPA DE CUPUAÇU CONGELADA (*Theobroma gradiflorum*, Schum). **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 09-16, 2009. Disponível em: <<http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/html/busca/PDF/v12n1347a.pdf>>

GARCÍA, Mc.; MARINA, Ml.; LABORDA, F.; TORRE, M. Chemical characterization of commercial soybean products. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 62, n. 3, p. 325–331, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814697002318>>

GÖKMEN, V.; SERPEN, A.; AÇAR, Ö. Ç.; MORALES, F. J. Significance of furosine as heat-induced marker in cookies. **Journal of Cereal Science**, [s. l.], v. 48, n. 3, p. 843–847, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521008001070>>

GRAJEK, W.; OLEJNIK, A.; SIP, A. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. **Acta Biochimica Polonica**, [s. l.], v. 52, n. 3, p. 665–671, 2005.

GUERREIRO, L. Dossiê técnico - Farinhas não tradicionais. **REDETEC- Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro**, [s. l.], 2006.

GUTIÉRREZ, T. J. State-of-the-Art Chocolate Manufacture: A Review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [s. l.], v. 16, n. 6, p. 1313–1344, 2017.

HASLER, C. M. The Changing Face of Functional Foods. **Journal of the American College of Nutrition**, [s. l.], v. 19, n. sup5, p. 499S–506S, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/07315724.2000.10718972>>

HAUNER, H.; BECHTHOLD, A.; BOEING, H.; BRÖNSTRUP, A.; BUYKEN, A.; LESCHIK-BONNET, E.; LINSEISEN, J.; SCHULZE, M.; STROHM, D.; WOLFRAM, G. Evidence-Based Guideline of the German Nutrition Society: Carbohydrate Intake and Prevention of Nutrition-Related Diseases. **Annals of Nutrition and Metabolism**, [s. l.], v. 60(suppl 1, n. Suppl. 1, p. 1–58, 2012. Disponível em: <<https://www.karger.com/DOI/10.1159/000335326>>

HE, F.-J.; CHEN, J.-Q. Consumption of soybean, soy foods, soy isoflavones and breast cancer incidence: Differences between Chinese women and women in Western countries and possible mechanisms. **Food Science and Human Wellness**, [s. l.], v. 2, n. 3–4, p. 146–161, 2013. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213453013000438>>

HUR, I. Y.; REICKS, M. Relationship between Whole-Grain Intake, Chronic Disease Risk Indicators, and Weight Status among Adolescents in the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999–2004. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, [s. l.], v. 112, n. 1, p. 46–55, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jada.2011.08.028>>

HURTADO, D. C.; CALLIARI, C. M. **Fibras Alimentares No Controle Da Obesidade**. 2011. Disponível em: <[https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol\\_14\\_1310672074.pdf](https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol_14_1310672074.pdf)>. Acesso em: 21 jul. 2018.

IOM - INSTITUTE OF MEDICINE (US) COMMITTEE TO REVIEW DIETARY REFERENCE INTAKES. **Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids**. Washington (DC). v. 55 Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56068/table/summarytables.t4/?report=objectonly>>

JUNIOR, W. E. F.; FRANCISCO, W. Proteínas: Hidrólise, Precipitação e um Tema para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, [s. l.], v. 24, p. 12–16, 2006. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/ccd1.pdf>>

KALAIVANI, S. S.; VIDHYADEVI, T.; MURUGESAN, A.; BASKARALINGAM, P.; ANURADHA, C. D.; RAVIKUMAR, L.; SIVANESAN, S. Equilibrium and kinetic studies on the adsorption of Ni(II) ion from an aqueous solution using activated carbon prepared from Theobroma cacao (cocoa) shell. **Desalination and Water Treatment**, [s. l.], v. 54, n. 6, p. 1629–1641, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/19443994.2014.888678>>

KONG, Q.; LILLEHEI, K. O. Antioxidant inhibitors for cancer therapy. **Medical Hypotheses**, [s. l.], v. 51, n. 5, p. 405–409, 1998. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306987798900366>>

KOSHY, R. R.; MARY, S. K.; THOMAS, S.; POTHAN, L. A. Environment friendly green composites based on soy protein isolate - A review. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 50, p. 174–192, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.04.023>>

KOURY, C. J.; DONANGELO, C. M. Zinco , estresse oxidativo e atividade física Zinc , oxidative stress and physical activity. **Revista de Nutrição**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 433–441, 2003.

LAYMAN, D. K.; EVANS, E. M.; ERICKSON, D.; SEYLER, J.; WEBER, J.; BAGSHAW, D.; GRIEL, A.; PSOTA, T.; KRIS-ETHERTON, P. A Moderate-Protein Diet Produces Sustained Weight Loss and Long-Term Changes in Body Composition and Blood Lipids in Obese Adults. **The Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 139, n. 3, p. 514–521, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3945/jn.108.099440>>

LECUMBERRI, E.; MATEOS, R.; IZQUIERDO-PULIDO, M.; RUPÉREZ, P.; GOYA, L.; BRAVO, L. Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (*Theobroma cacao* L.). **Food Chemistry**, [s. l.], v. 104, n. 3, p. 948–954, 2007.

LEE, S. J.; UMANO, K.; SHIBAMOTO, T.; LEE, K. G. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 91, n. 1, p. 131–137, 2005.

LEONEL, M.; CARMO, E. L. Do; LEONEL, S.; FRANCO, C. M. L.; CAMPANHA, R. B. Extração e caracterização do amido de diferentes genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 33, n. spe1, p. 599–605, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452011000500082&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000500082&lng=pt&tlng=pt)>

LEONEL, M.; MARTINS, J. C.; MISCHAN, M. M. Produção de snacks funcionais à base de farinha de soja e polvilho azedo. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 40, n. 6, p. 1418–1423, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782010000600028&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782010000600028&lng=pt&tlng=pt)>

LI-CHAN, E. C. Y.; LACROIX, I. M. E. Properties of proteins in food systems: An introduction. In: YADA, R. Y. B. T.-P. in F. P. (Second E. (Ed.)). **Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition**. [s.l.] : Woodhead Publishing, 2018. p. 1–25.

LIU, K. **Soybeans as functional foods and ingredients**. 1. ed. Columbia Missouri: AOCS Press, 2005.

LOBO, A. R.; SILVA, L. G. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista de Nutrição**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 219–226, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-52732003000200009&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-52732003000200009&script=sci_abstract)>

LORDÊLO, M.; SILVA, C.; SILVA COSTA, R.; DOS, A.; SANTANA, S.; GABRIELA, M.; KOBLITZ, B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais Phenolic compounds, carotenoids and antioxidant activity in plant products. **Semina: Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 669–682, 2010.

MACEDO, T. M. B.; SCHMOURLO, G.; VIANA, K. D. A. L. Natureza, Saúde E Sustentabilidade. **Revista UNi**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 67–77, 2012.

MADAN, A.; JAIN, R. K.; NANDANE, A. **Development of Active Modified Atmosphere Lab Scale Setup to Study the Effect on Shelf-life of Banana (var. ‘Robusta’)**. [s.l: s.n.]. v. 3

MAK, K. K.; TAN, J. J.; MARAPPAN, P.; BALIJEPALLI, M. K.; CHOUDHURY, H.; RAMAMURTHY, S.; PICHKA, M. R. Galangin’s potential as a functional food ingredient. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 46, n. April, p. 490–503, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.04.054>>

MALENČIĆ, D.; CVEJIĆ, J.; MILADINOVIĆ, J. Polyphenol Content and Antioxidant Properties of Colored Soybean Seeds from Central Europe. **Journal of Medicinal Food**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 89–95, 2012. Disponível em: <<http://www.liebertonline.com/doi/abs/10.1089/jmf.2010.0329>>

MANLEY, D. Useful reading and additional study. In: **Biscuit Doughs**. [s.l.] : Woodhead Publishing, 1998. p. 91.

MARETI, MIRIAN, C.; GROSSMANN, M. V. E.; BENASSI, M. de T. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. **Food Science and Technology (Campinas)**, [s. l.], v. 2009, n. 003562, p. 878–883, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612010000400007&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000400007&lang=pt)>

MARTIN-CABREJAS, M. A.; VALIENTE, C.; ESTEBAN, R. M.; MOLLA, E. Cocoa Hull : A Potential Source of Dietary Fibre. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], n. 1991, p. 307–311, 1994.

MARTÍNEZ-CERVERA, S.; SALVADOR, A.; MUGUERZA, B.; MOULAY, L.; FISZMAN, S. M. Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins. **LWT - Food Science and Technology**, [s. l.], v. 44, p. 729–736, 2011.

MARTÍNEZ, R.; TORRES, P.; MENESES, M. A.; FIGUEROA, J. G.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products. **Food Research International**, [s. l.], v. 49, n. 1, p. 39–45, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996912003146>>

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica Básica**. 2. ed. Guanabara: Koogan, 1999.

MASTRO, N. L.; TAIPINA, M. S.; COHEN, V. H.; RODAS, M. A. B.; GARBELOTTI, M. . Avaliação crítica da polpa de banana (*Musa spp*) verde. **Revista Higiene Alimentar**, [s. l.], v. 21, p. 39–45, 2007.

MATOS, M.; BENINCÁ, S. C.; ZANLOURENSI, C. B.; SCHMITT, V. Análise sensorial e nutricional de brownie com farinha de banana verde. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e emagrecimento.**, [s. l.], v. 11, n. 69, p. 722–730, 2017.

MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. da S. Propriedades físicas de substitutos do cacau Physical properties of cocoa substitutes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 243–253, 2010.

MEDINA, M. B. Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 79–87, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2011.02.007>>

MENDES, F. A. T.; LIMA, E. L. **Perfil Agroindustrial do Processamento de Amêndoas de Cacau em Pequena Escala no Estado do Pará**. Belém.

MONTEIRO, B.; DANESI, E. D. G. Antioxidant and nutritional potential of cookies enriched with *Spirulina platensis* and sources of fibre. **Journal of Food and Nutrition Research**, [s. l.], v. 53, n. 2, p. 171–179, 2014.

MORAES, K. S. De; ZAVAREZA, E. da R.; MIRANDA, M. Z. De; SALAS-MELLADO, M. de las M. Avaliação tecnológica de biscoitos tipo cookie com variações nos teores de lipídio e de açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 30, p. 233–242, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612010000500036&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000500036&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos Funcionais E Nutraceuticos: Definições, Legislação E Benefícios À Saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 14, 2006. Disponível em: <[file:///C:/Users/Jordano Ferreira/Downloads/Artigo - Alimentos funcionais \(1\).pdf](file:///C:/Users/Jordano%20Ferreira/Downloads/Artigo%20-%20Alimentos%20funcionais%20(1).pdf)>

MOREIRA, A. V. B.; MANCINI-FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Revista de Nutricao**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 411–424, 2004.

MORO, T. M. A.; CELEGATTI, C. M.; PEREIRA, A. P. A.; LOPES, A. S.; BARBIN, D. F.; PASTORE, G. M.; CLERICI, M. T. P. S. Use of burdock root flour as a prebiotic ingredient in cookies. **Lwt**, [s. l.], v. 90, n. August 2017, p. 540–546, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.059>>

NASCIMENTO, M. R. F.; WANG, S. H.; NASCIMENTO, K. de O. Do. Uso de farinhas de trigo e soja (80:20) extrusada na elaboração de requeijão cremoso contendo trigo-soja com baixo teor de gordura. **Alimentos e Nutrição Araraquarara**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 25–33, 2009.

NDIFE, J.; KIDA, F.; FAGBEMI, S. Production and quality assessment of enriched cookies from whole wheat and full fat soya. **European Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 19–28, 2014.

OKIYAMA, D. C. G.; NAVARRO, S. L. B.; RODRIGUES, C. E. C. Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 63, p. 103–112, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.007>>

OLIVEIRA, M. N. De; SIVIERI, K.; ALEGRO, J. H. A.; SAAD, S. M. I. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 1–21, 2002.

PAIVA, B. M.; ALVES, R. M.; HELENO, N. M. Propriedades funcionais da soja. **Informe Agropecuário**, [s. l.], v. 27, n. 230, p. 15–18, 2006.

PAREYT, B.; TALHAOUI, F.; KERCKHOFS, G.; BRIJS, K.; GOESAERT, H.; WEVERS, M.; DELCOUR, J. A. The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 90, n. 3, p. 400–408, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877408003464>>

PARK, Y. K.; AGUIAR, C. L.; ALENCAR, S. M.; MASCARENHAS, H. A. a.; SCAMPARINI, A. R. P. Conversão de malonil-beta-glicosil isoflavonas em isoflavonas glicosadas presentes em alguns cultivares de soja brasileira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 130–135, 2002.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; ARRANZ, S.; TABERNERO, M.; DÍAZ- RUBIO, M. E.; SERRANO, J.; GOÑI, I.; SAURA-CALIXTO, F. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. **Food Research International**, [s. l.], v. 41, n. 3, p. 274–285, 2008. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996907002062>>

PERUCHA, V. R. **Propriedades funcionais da banana verde: nutrição, saúde e performance - Anuário de alimentos funcionais**. 26. ed. São Paulo: VP Consultoria Nutricional, 2005.

PIRES, A. J. V.; JÚNIOR, J. N. D. C.; SILVA, F. F. DA; VELOSO, C. M.; SOUZA, A. L. DE; OLIVEIRA, T. N. DE; SANTOS, C. L. DOS; CARVALHO, G. G. P. DE; BERNARDINO, F. S. Farelo de cacau na alimentação de ovinos. **Revista Ceres**, [s. l.], v. 51, n. 293, p. 33–43, 2004.

POSSAMAI, T. N.; WASZCZYNSKYJ, N.; POSSAMAI, J. C. Pão de mel enriquecido com fibra alimentar. **Visão Acadêmica**, [s. l.], v. 10, p. 40–46, 2009.

PRIETO, P.; PINEDA, M.; AGUILAR, M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of Vitamin E. **Anal Biochem**, [s. l.], v. 269, p. 337–341, 1999.

QUIRÓS-SAUCEDA, A. E.; PALAFOX-CARLOS, H.; SÁYAGO-AYERDI, S. G.; AYALA-ZAVALA, J. F.; BELLO-PEREZ, L. A.; ÁLVAREZ-PARRILLA, E.; DE LA ROSA, L. A.; GONZÁLEZ-CÓRDOVA, A. F.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Dietary fiber and phenolic compounds as functional ingredients: interaction and possible effect after ingestion. **Food & Function**, [s. l.], v. 5, n. 6, p. 1063–1072, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1039/C4FO00073K>>

REDGWELL, R.; TROVATO, V.; MERINAT, S.; CURTI, D.; HEDIGER, S.; MANEZ, A. Dietary fibre in cocoa shell: characterisation of component polysaccharides. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 81, n. 1, p. 103–112, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814602003850>>

RÊGO JÚNIOR, N. O.; FERNANDEZ, L. G.; CASTRO, R. D. De; SILVA, L. C.; GUALBERTO, S. A.; PEREIRA, M. L. A.; SILVA, M. V. Da. Compostos bioativos e atividade antioxidante de extratos brutos de espécies vegetais da caatinga. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 14, n. 01, p. 50–57, 2011. Disponível em: <<http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/html/busca/PDF/v14n1444a.pdf>>

RIBAS, M. C.; ADEBAYO, M. A.; PROLA, L. D. T.; LIMA, E. C.; CATALUÑA, R.; FERIS, L. A.; PUCHANA-ROSETO, M. J.; MACHADO, F. M.; PAVAN, F. A.; CALVETE, T. Comparison of a homemade cocoa shell activated carbon with commercial activated carbon for the removal of reactive violet 5 dye from aqueous solutions. **Chemical Engineering Journal**, [s. l.], v. 248, p. 315–326, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894714003325>>

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>>

SAHREEN, S.; KHAN, M. R.; KHAN, R. A. Evaluation of antioxidant activities of various solvent extracts of *Carissa opaca* fruits. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 122, n. 4, p. 1205–1211, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.120>>

SAIDU, J. E.-P. **Development, evaluation and characterization of protein, isoflavone**

**enriched soymilk**. 2005. Doctoral Dissertations, Faculty of the Louisiana State University, Louisiana, USA, [s. l.], 2005.

SARAWONG, C.; SCHOENLECHNER, R.; SEKIGUCHI, K.; BERGHOFER, E.; NG, P. K. W. Effect of extrusion cooking on the physicochemical properties, resistant starch, phenolic content and antioxidant capacities of green banana flour. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 143, p. 33–39, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814613010108>>

SAUERESSIG, A. L. C.; KAMINSKI, T. A.; ESCOBAR, T. D. Inclusão de fibra alimentar em pães isentos de glúten. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 19, n. 0, 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1981-67232016000100501&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232016000100501&lng=pt&tlng=pt)>

SÉFORA BEZERRA SOUSA, M.; MORAIS VIEIRA, L.; LIMA, A. De. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 14, n. 03, p. 202–210, 2011. Disponível em: <<http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/html/busca/PDF/v14n3461a.pdf>>

SHAHIDI, F.; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P. D. Phenolic antioxidants. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 67–103, 1992. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10408399209527581>>

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications**. 1. ed. Lancaster: Technomic, 1995.

SHANG, N.; CHAPLOT, S.; WU, J. Food proteins for health and nutrition. In: YADA, R. Y. B. T.-P. in F. P. (Second E. (Ed.). **Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition**. 2. ed. [s.l.] : Woodhead Publishing, 2018. p. 301–336.

SIDDHURAJU, P. Antioxidant activity of polyphenolic compounds extracted from defatted raw and dry heated Tamarindus indica seed coat. **LWT - Food Science and Technology**, [s. l.], v. 40, n. 6, p. 982–990, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643806001988>>

SILVA, H. G. .; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; VELOSO, C. M.; CRAVALHO, G. G. P.; CEZÁRIO, A. S.; SANTOS, C. C. Farelo de Cacao ( Theobroma cacao L .) e Torta de Dendê ( Elaeis guineensis , Jacq ) na Alimentação de Cabras em Lactação : Consumo e Produção de Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 34, n. 5, p. 1786–1794, 2005.

SILVA, L. H.; COSTA, P. F. P.; MOMIYAMA, G. W.; SOUZA, I. P.; CHANG, Y. K. Caracterização físico-química e tecnológica da farinha de soja integral fermentada com *Aspergillus oryzae*. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 300–306, 2012.

SILVA, M. S.; MARGARETH, M.; NAVES, V.; DE OLIVEIRA, R. B.; DE, O.; LEITE, S. M. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas**, [s. l.], v. 26, n. 3, p. 571–576, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cta/v26n3/31758.pdf>>

SODRÉ, G. A.; VENTURINI, M. T.; RIBEIRO, D. O.; MARROCOS, P. C. L. Extrato da casca do fruto do cacauzeiro como fertilizante potássico no crescimento de mudas de cacauzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 881–887, 2012. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452012000300030&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452012000300030&lng=pt&tlng=pt)>

SOUZA, M. E. De; LEONEL, S.; FRAGOSO, A. M. Crescimento e produção de genótipos de bananeiras em clima subtropical. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 41, n. 4, p. 587–591, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782011000400006&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782011000400006&lng=pt&tlng=pt)>

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 127–135, 2003.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B. Da; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. Da. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, [s. l.], v. 14, n. 4, p. 263–269, 2012. Disponível em: <<http://revistas.unopar.br/index.php/biologicas/article/view/442>>

SUNTHARALINGAM, S.; RAVINDRAN, G. Physical and biochemical properties of green banana flour. **Plant foods for human nutrition (Dordrecht, Netherlands)**, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 19–27, 1993. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8385333>>

SYAMSIRO, M.; SAPTOADI, H.; TAMBUNAN, B. H.; PAMBUDI, N. A. A preliminary study on use of cocoa pod husk as a renewable source of energy in Indonesia. **Energy for Sustainable Development**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 74–77, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082611000834>>

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - Revisada e ampliada**. 4. ed. Campinas: UNICAMP, 2011. Disponível em: <[http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf)>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artemed, 2013.

TIMMS, R. E.; STEWART, I. M. Cocoa butter, a unique vegetable fat. **Lipid Technology Newsletter**, [s. l.], v. 5, n. 5, p. 101–107, 1999.

TRIBESS, T. B.; HERNÁNDEZ-URIBE, J. P.; MÉNDEZ-MONTEALVO, M. G. C.; MENEZES, E. W.; BELLO-PEREZ, L. A.; TADINI, C. C. Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. **LWT - Food Science and Technology**, [s. l.], v. 42, n. 5, p. 1022–1025, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364380900005X>>

TURCOTTE, V.; BLAIS, J.-F.; MERCIER, G.; DROGUI, P. Use of cocoa shells as biofiltration support for the treatment of effluents from the food industry. **Canadian Journal of Civil Engineering**, [s. l.], v. 36, p. 1059–1070, 2009.

VASCONCELOS, T. B. De; CARDOSO, A. R. N. R.; JOSINO, J. B.; MACENA, R. H. M.; BASTOS, V. P. D. Radicais livres e estresse oxidativo. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 213–9, 2014.

VERNAZA, M. G.; DIA, V. P.; GONZALEZ DE MEJIA, E.; CHANG, Y. K. Antioxidant and antiinflammatory properties of germinated and hydrolysed Brazilian soybean flours. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 134, n. 4, p. 2217–2225, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.037>>

VIEIRA, C. R.; CABRAL, L. C.; DE PAULA, A. C. O. Composição centesimal e conteúdo de aminoácidos, ácidos graxos e minerais de seis cultivares de soja destinadas à alimentação humana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v. 34, n. 7, p. 1277–1283, 1999.

VILAS BOAS, E. V. B.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B. **Características da fruta: Banana pós-colheita**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001.

VILLALVA, M. M. H. **Modificação química para obtenção de um isolado protéico de soja com solubilidade semelhante à da caseína humana**. 2008. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil, [s. l.], 2008.

VITAGLIONE, P.; NAPOLITANO, A.; FOGLIANO, V. Cereal dietary fibre: a natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 19, n. 9, p. 451–463, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224408000447>>

WANG, Y.; ZHANG, M.; MUJUMDAR, A. S. Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory quality in two types of snacks. **LWT - Food Science and Technology**, [s. l.], v. 47, n. 1, p. 175–182, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364381100404X>>

WATERHOUSE, A. L. Determination of Total Phenolics. In: WROLSTAD, R. E. (Ed.). **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2002.

WOLFE, R. R.; BAUM, J. I.; STARCK, C.; MOUGHAN, P. J. Factors contributing to the selection of dietary protein food sources. **Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 130–138, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.11.017>>

YANGILAR, F. Effects of Green Banana Flour on the Physical, Chemical and Sensory Properties of Ice Cream. **Food technology and biotechnology**, [s. l.], v. 53, n. 3, p. 315–323, 2015. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27904363>> <<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5068378>>

YASHIN, A.; YASHIN, Y.; XIA, X.; NEMZER, B. Antioxidant Activity of Spices and Their Impact on Human Health: A Review. **Antioxidants**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 70, 2017. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2076-3921/6/3/70>>

YEUNG, A. W. K.; MOCAN, A.; ATANASOV, A. G. Let food be thy medicine and medicine be thy food: A bibliometric analysis of the most cited papers focusing on nutraceuticals and functional foods. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 269, n. March, p. 455–465, 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814618311154>>

YOUSIF, A. M. Increased stored soybean dietary fibre concentration is positively correlated to testa darkening measured chromaticity. **Journal of Cereal Science**, [s. l.], v. 60, n. 1, p. 25–30, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2014.01.002>>

## CAPITULO 2

### UTILIZAÇÃO DO DELINEAMENTO CENTROIDE-SIMPLEX NA FORMULAÇÃO DE BISCOITO TIPO COOKIE ENRIQUECIDO COM FARELO DE CACAU, FARINHA DE SOJA E FARINHA DE BANANA VERDE

Normas: *LWT- Food Science and Technology* – ISSN: 0023-6438

#### RESUMO

O objetivo do presente estudo foi desenvolver e otimizar cookies com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde utilizando o delineamento centroide-simples para obter melhores aspectos funcionais e propriedades antioxidantes. Os resultados da composição centesimal foram submetidos ao teste de média Scott Knott ( $p < 0,05$ ). Para a atividade antioxidante e compostos fenólicos utilizou-se a análise de superfície de mistura ( $p < 0,05$ ), obtendo uma superfície de resposta e a equação do modelo estatístico, cubico especial, indicando a formulação com 100% de farelo de cacau a formulação ideal. Os valores da composição centesimal, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante foram significativos. Conclui-se que o farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde possibilitaram caracterizar os cookies como um alimento com propriedade funcional, rico em proteína, com alto conteúdo de fibra dietética, e um elevado potencial antioxidante e valor energético.

**Palavras-chaves:** Coproduto agroindustrial, Alimento funcional, Atividade antioxidante.

**ABSTRACT**

The objective of the present study was to develop and optimize cookies with cocoa shell, soy flour and green banana flour using the simple centroid design to obtain better functional aspects and antioxidant properties. The results of the centesimal composition were submitted to the Scott Knott test ( $p < 0.05$ ). For the antioxidant activity and phenolic compounds, the surface analysis of the mixture was used ( $p < 0.05$ ), obtaining a response surface and the equation of the statistical model, special cubic, indicating that the formulation with 100% cocoa shell is the ideal formulation. The values of the centesimal composition, total phenolic compounds and antioxidant activity were significant. It was concluded that cocoa shell, soy flour and green banana flour made the cookies possible to be characterized as a food with functional property, rich in protein, with high dietary fiber content, and a high antioxidant potential and energy value.

**Keywords:** Agroindustrial co-product, Functional food, Antioxidant activity.

## 1. INTRODUÇÃO

O biscoito tipo cookie é considerado um produto de padaria com textura e sabor únicos, mundialmente consumido como um lanche por todas as gerações. Geralmente são produzidos a partir do amassamento e cozimento da farinha de trigo, açúcar e gordura, juntamente com outros ingredientes (Park, Choi, & Kim, 2015). Dessa maneira, a escolha dos ingredientes desempenha um papel importante no desenvolvimento de alimentos, dando-lhes características atraentes para o consumidor e características funcionais relevantes para a nutrição, como atividade antioxidante (Camelo-Méndez, Agama-Acevedo, Tovar, & Bello-Pérez, 2017).

Dentre os diversos ingredientes possíveis de serem utilizados, encontram-se a farinha de soja, oriunda do processamento dos grãos de soja, consumidos em todo o mundo. A farinha de soja apresenta as mesmas propriedades e funcionalidade dos grãos, os quais são ricos em proteína, óleos, componentes bioativos, fibras solúveis (Malenčić, Cvejić, & Miladinović, 2012; Vernaza, Dia, Gonzalez De Mejia, & Chang, 2012). O consumo de soja pode estar associado com a diminuição de certas doenças, incluindo diabetes, aterosclerose e câncer, além de melhorar a qualidade e valor funcional do produto final (Ahmad et al. 2014).

As cascas das amêndoas do cacau, também conhecidas como farelo de cacau, é um coproduto advindo da produção de chocolate, as quais são removidas juntamente com os gêrmens antes ou depois do assamento (Beckett, 2008; Okiyama, Navarro, & Rodrigues, 2017). Este coproduto ainda pouco utilizado na nutrição humana, destaca-se como um ingrediente em potencial para ser inserido em novos produtos, devido a presença de uma variedade de biocompostos, como compostos fenólicos, antioxidantes, fibras dietéticas e um perfil lipídico semelhante ao da manteiga de cacau, além de sua cor e sabor de chocolate (Lecumberri et al., 2007; Okiyama et al., 2017).

A banana é um pseudofruto originário de regiões tropicais e subtropicais, amplamente consumida em todo o mundo (Rodríguez-Ambriz, Islas-Hernández, Agama-Acevedo, Tovar, & Bello-Pérez, 2008). A banana madura e verde (casca e polpa) são ricas em fibra dietética, amido resistente, açúcares, compostos antioxidantes, como polifenóis, catecolaminas e carotenóides (Rebello et al., 2014; Rodríguez-Ambriz et al., 2008). A farinha, o principal coproduto da banana verde, é uma das formas mais comuns de preservar os nutrientes das bananas, assim como suas propriedades funcionais (Ovando-Martinez, Sáyago-Ayerdi, Agama-Acevedo, Goñi, & Bello-Pérez, 2009).

As novas exigências do mercado consumidor inclinam-se para a procura de alimentos com alta qualidade nutricional, surgindo assim, oportunidades para o desenvolvimento e

melhoramento de produtos alimentícios utilizando delineamentos inovadores na área de alimentos, como o centroide-simplex e a análise estatística de superfície de mistura. Pelo exposto, o objetivo deste estudo foi desenvolver e otimizar formulações de cookies enriquecidos com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde, para obter melhores aspectos funcionais (teor de proteína e fibras dietéticas) e propriedades antioxidantes.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Obtenção da matéria-prima**

O farelo de cacau torrado com granulométrica de, aproximadamente, 40 micras foi cedido por indústrias de chocolate localizadas no município de Ilhéus - Bahia. A farinha de soja, a farinha de banana verde e os demais ingredientes dos cookies foram adquiridos no comércio local do município de Lavras – Minas Gerais e transportados para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras, Lavras – Minas Gerais, até o processamento do cookie.

### **2.2. Delineamento experimental**

Utilizou-se o delineamento experimental descrito por Scheffe (1963) denominado centróide-simplex, o qual apresentou sete misturas e três replicadas do ponto central para fornecer uma estimativa interna de erro, totalizando assim, nove tratamentos (Tabela 1). Os três componentes da mistura avaliados neste estudo foram farelo de cacau ( $x_1$ ), farinha de soja ( $x_2$ ) e farinha de banana verde ( $x_3$ ). As proporções para cada ingrediente foram expressas como uma fração da mistura e para cada combinação de tratamento, a soma das proporções componentes foi igual a 100%, demonstrado na Eq. (1).

$$\sum X_i = x_1 + x_2 + x_3 = 100 \% = 80 \text{ g} \quad (1)$$

**Tabela 1.** Delineamento experimental usado para desenvolver cookies enriquecido com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde.

Tratamentos	Farelo de cacau % (g)	Farinha de soja % (g)	Farinha de banana verde % (g)
C1	100 (80)	0 (0)	0 (0)
C2	0 (0)	100 (80)	0 (0)
C3	0 (0)	0 (0)	100 (80)
C4	50 (40)	50(40)	0 (0)
C5	0 (0)	50 (40)	50 (40)
C6	50 (40)	0 (0)	50 (80)
C7	33 (26.4)	33 (26.4)	33 (26.4)
C8	33 (26.4)	33 (26.4)	33 (26.4)
C9	33 (26.04)	33 (26.4)	33 (26.4)

### 2.3. Formulação de cookie

Foram utilizados 225 g de açúcar mascavo, 200 g de farinha de trigo integral, 150 g de margarina com 70% de lipídeos, 30 g de flocos de aveia, 10 g de fermento químico e 1 ovo, quantidades equivalentes a uma batelada. A soma da proporção de farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana descritos na Tabela 1 totalizam 80 g. Para a obtenção da massa utilizou-se o método em creme, no qual primeiramente são misturados o ovo, açúcar mascavo e a margarina em uma batedeira Wallita® com 5 velocidades, 250W de potência, até a obtenção de um creme, logo em seguida foram adicionados os demais ingredientes à batedeira e misturados até a formação de uma massa homogênea. Posteriormente, a massa foi então moldada e os cookies assados em um forno elétrico industrial Prática Technicook, 9.5 KW de potência, a 160°C por 8 minutos. Após o resfriamento em temperatura ambiente, foram embalados em potes de plástico até a realização das análises. Essa formulação foi definida com base em testes preliminares.

### 2.4. Análises químicas

#### 2.4.1. Composição centesimal

As análises referentes à composição centesimal foram realizadas pela AOAC International, (2016), como descrito a seguir: Umidade: determinada segundo a técnica gravimétrica, à temperatura de 65°C. Extrato etéreo: pelo método de extração por Soxhlet com éter etílico, Proteína: determinação do teor de nitrogênio por destilação em aparelho de Microkjedahl e cinzas por incineração em mufla a 550°C. Fibra dietética: determinação pelo

método enzimático-gravimétrico (AACC International, 2009). Todos os resultados acima foram expressos em % em matéria integral. Poder calorífico: método direto utilizando uma bomba calorimétrica da marca IKA C-200, conforme procedimento recomendado pelo fabricante (kcal por 100 g de matéria integral).

#### **2.4.2. Preparação de extratos e determinação de compostos fenólicos e atividade antioxidante**

Para extração utilizou-se 10 g de amostra, homogeneizadas com 50 mL de etanol 70% (v/v), durante 20 minutos em banho ultrassônico à temperatura ambiente, sendo agitadas a cada 5 minutos. Em seguida, o extrato foi filtrado com papel de filtro com porosidade 14  $\mu\text{m}$  e armazenado em frascos de vidro âmbar à  $-18^{\circ}\text{C}$ .

O teor de fenólicos totais foi determinado por duas metodologias, Folin Ciocalteu (Waterhouse, 2002) e Fast Blue (Medina, 2011). Os resultados foram expressos em mg de equivalente a ácido gálico (EAG).  $100\text{ g}^{-1}$ .

As atividades antioxidantes determinadas pelos métodos de: ABTS<sup>\*+</sup> ( $\mu\text{mol}$  de trolox. $\text{g}^{-1}$  de amostra); DPPH ( $\text{EC}_{50}$  em g de amostra.  $\text{g}^{-1}$  de DPPH);  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico (% de inibição da oxidação); FRAP ( $\mu\text{M}$  de sulfato ferroso. $\text{g}^{-1}$  de amostra), foram segundo Rufino et al. (2010); Formação do complexo fosfomolibidênio: realizado segundo a metodologia descrita por Prieto, Pineda, & Aguilar (1999) e os resultados expressos em porcentagem (%) equivalente de ácido ascórbico.

#### **2.5. Análise Estatística**

Os dados relativos a composição centesimal foram submetidos ao teste de média de Scott Knott ( $p < 0,05$ ), utilizando o software SISVAR. Para a atividade antioxidante e compostos fenólicos utilizou-se a análise de superfície de mistura ( $p < 0,05$ ), obtendo uma superfície de resposta e a equação do modelo estatístico melhor ajustado. O tratamento dos dados foi realizado utilizando o programa computacional STATISTICA versão 8.0.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Composição centesimal

A Tabela 2 estão expostos os valores relativos as determinações dos teores de umidade, extrato etéreo, fibra dietética, proteína bruta, cinzas e poder calorífico nos cookies formulados. Com relação ao teor de umidade alguns tratamentos diferiram estatisticamente pelo teste de Scott Knott com 5% de significância, conforme mostra a Tabela 2. Os teores de umidade obtidos no presente estudo mostraram-se superiores aos encontrados por Jan et al. (2015) que desenvolveram cookies a partir de farinha de trigo refinada com farinha de trigo mourisco e próximos aos valores do estudo de Ndife, Kida, & Fagbemi (2014), os quais formularam cookies enriquecidos com farinha de trigo integral e farinha de soja. De acordo com a Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 preconiza que o teor de umidade não ultrapasse os 14%, dessa forma, todos os tratamentos estão dentro da legislação vigente (ANVISA, 1978).

**Tabela 2.** Médias seguidas de desvio padrão da composição centesimal, fibra dietética e poder calorífico dos diferentes tratamentos dos cookies enriquecidos com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde.

Tratamento	Umidade (%)	Extrato Etéreo (%)	Proteína Bruta (%)	Cinzas (%)	Fibra dietética (%)	Poder Calorífico (kcal .100 g <sup>-1</sup> )
C1	6.13 ± 0.26 <sup>c</sup>	18.47 ± 1.36 <sup>b</sup>	8.59 ± 0.18 <sup>b</sup>	2.76 ± 0.18 <sup>a</sup>	13.39 ± 0.10 <sup>a</sup>	488.83 ± 0.15 <sup>e</sup>
C2	6.89 ± 0.11 <sup>b</sup>	20.30 ± 0.55 <sup>a</sup>	11.59 ± 0.85 <sup>a</sup>	2.57 ± 0.04 <sup>b</sup>	6.59 ± 0.08 <sup>e</sup>	501.20 ± 0.10 <sup>a</sup>
C3	6.17 ± 0.26 <sup>c</sup>	17.52 ± 0.69 <sup>b</sup>	5.98 ± 1.02 <sup>d</sup>	2.25 ± 0.01 <sup>d</sup>	7.88 ± 0.03 <sup>d</sup>	480.13 ± 0.15 <sup>g</sup>
C4	7.79 ± 1.11 <sup>a</sup>	19.19 ± 0.16 <sup>a</sup>	9.19 ± 0.19 <sup>b</sup>	2.79 ± 0.01 <sup>a</sup>	10.12 ± 0.04 <sup>c</sup>	498.43 ± 0.15 <sup>b</sup>
C5	5.67 ± 0.17 <sup>c</sup>	18.34 ± 1.66 <sup>b</sup>	8.85 ± 0.05 <sup>b</sup>	2.37 ± 0.02 <sup>c</sup>	7.86 ± 0.09 <sup>d</sup>	495.00 ± 0.10 <sup>c</sup>
C6	6.55 ± 0.29 <sup>c</sup>	18.20 ± 0.77 <sup>b</sup>	6.41 ± 0.29 <sup>d</sup>	2.41 ± 0.03 <sup>c</sup>	10.69 ± 0.05 <sup>b</sup>	486.47 ± 0.35 <sup>f</sup>
C7	6.44 ± 0.25 <sup>c</sup>	19.91 ± 0.24 <sup>a</sup>	7.75 ± 0.44 <sup>c</sup>	2.51 ± 0.01 <sup>b</sup>	10.64 ± 0.05 <sup>b</sup>	489.57 ± 0.55 <sup>d</sup>

\*Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott a 5% de significância.

Os teores de extrato etéreo (Tabela 2) dos tratamentos C2, C4 e C7 diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos demais tratamentos, sendo eles os que apresentaram os maiores teores. Sendo assim, observa-se que a presença da farinha de soja e sua interação com o farelo

de cacau contribuem para o aumento do teor de extrato etéreo nos cookies, tendo em vista que farinha de soja se origina de grãos oleaginosos, aumentando assim, o conteúdo de óleo do produto (Ndife et al., 2014). Os valores descritos na Tabela 2 para teor de extrato etéreo em cookies mostram-se similares aos encontrados por Jan et al. (2015).

A partir da determinação de proteína bruta (Tabela 2), o tratamento C2 exibiu maior teor, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. De acordo com a Tabela 2 nota-se que os tratamentos com a farinha de soja em sua formulação obtiveram um aumento no teor proteína, tendo em vista que na literatura a farinha de soja apresenta o maior teor proteico, 38.50%, quando comparado com a o farelo e cacau (15%) e a farinha de banana verde (3.69%) (Campuzano, Rosell, & Cornejo, 2018; Martínez Espinosa et al., 2012; Ndife et al., 2014). Observa-se que além da farinha de soja, o farelo de cacau também influencia para o aumento do teor de proteína bruta nos cookies desenvolvidos. Pelo exposto pode-se afirmar que os cookies formulados, exceto o tratamento C3, são fonte de proteína, pois segundo a Resolução Nº 54 de 2012 um alimento com no mínimo de 6 g de proteína por 100 g do alimento preparado pode ser considerado fonte de proteína (BRASIL, 2012).

O teor de cinzas indica o conteúdo mineral dos alimentos, sendo assim, nota-se que os valores descritos na Tabela 2 diferiram estatisticamente pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ ). Outros estudos encontram valores próximos aos apresentados na Tabela 2 (Jan et al., 2015; Ndife et al., 2014), assim como estão de acordo com Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 que delibera o máximo de 3.0% (ANVISA, 1978).

Os valores referentes a quantificação de fibra dietética (Tabela 2) diferiram entre si pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ ). De acordo com Lecumberri et al. (2007) o farelo de cacau é uma fonte rica de fibra dietética, sendo assim, é possível observar que o farelo de cacau está diretamente ligado ao aumento do teor de fibra. Entretanto, nota-se também que a farinha de banana verde e a farinha de soja influenciaram positivamente, tendo em vista que alguns estudos os indicaram como fonte deste nutriente (Ferreira, Poppi & Lima Pallone, 2015; Yangilar, 2015).

Levando em consideração que a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda um consumo diário de, no mínimo, 25 g de fibras (FAO/WHO, 2003) e que a Resolução Nº 54 de 2012 indica como sendo um produto com alto conteúdo de fibra dietética aquele com no mínimo 6 g de fibra em 100 g de alimento preparado (BRASIL, 2012), pode-se inferir que os cookies elaborados apresentam alto conteúdo deste nutriente, pois os resultados obtidos foram superiores ao valor preconizado pela legislação. Dessa forma, alega-se que os cookies têm propriedades funcionais, pois dietas ricas em fibras podem reduzir o risco de desenvolver várias

doenças não transmissíveis, incluindo diabetes tipo II, obesidade, diverticulite, câncer colorretal e doenças cardiovasculares (Anderson et al., 2009).

A determinação do poder calorífico (Tabela 2) mostrou que os valores foram, relativamente, altos e diferiram estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ), caracterizando os cookies com um alto valor energético. O cookie com 100% de farinha de soja (C2) obteve o maior valor, podendo ser explicado pelo fato deste tratamento ter exibido o maior teor de extrato etéreo (conteúdo lipídico) e levando em consideração que o valor energético está diretamente ligado ao teor de extrato etéreo. Ndife et al. (2014) observou a mesma relação.

### 3.2. Teor de fenólicos totais

Os valores obtidos na determinação do teor de fenólicos totais nos cookies elaborados (Tabela 3) variam de 149.05 a 264.97 mg EAG.  $100 \text{ g}^{-1}$  para a quantificação pelo método do Folin Ciocalteu e de 68.53 a 190.06 mg EAG.  $100 \text{ g}^{-1}$  para o método do Fast Blue. Tais resultados podem ser explicados pelo fato dos compostos fenólicos serem produtos do metabolismo secundário das plantas (Haslam, 1998). Para ambas metodologias quantificadas, observa-se que o farelo de cacau influenciou positivamente para o aumento da concentração desses compostos nos cookies. Okiyama et al. (2017) relataram o farelo de cacau como sendo uma fonte boa e barata de compostos fenólicos e com um efeito antioxidante significativo.

**Tabela 3.** Médias seguidas de desvio padrão da determinação de compostos fenólicos dos cookies enriquecido com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde.

Tratamento	Fenólicos Totais (mg EAG. $100 \text{ g}^{-1}$ )		Razão
	Folin Ciocalteu	Fast Blue	
	Observado (Predito)	Observado (Predito)	
C1	264,97 $\pm$ 2,47 (260,56)	190,06 $\pm$ 0,06 (190,06)	1,37
C2	152,09 $\pm$ 0,34 (153,93)	96,75 $\pm$ 0,06 (96,75)	1,59
C3	149,05 $\pm$ 0,86 (155,43)	69,12 $\pm$ 0,03 (69,12)	2,25
C4	204,57 $\pm$ 2,13 (207,24)	159,37 $\pm$ 0,02 (159,37)	1,30
C5	173,22 $\pm$ 1,33 (154,68)	68,53 $\pm$ 0,05 (68,53)	2,26
C6	214,40 $\pm$ 0,52 (207,99)	114,82 $\pm$ 0,01 (114,82)	1,81
C7	184,31 $\pm$ 1,19 (190,68)	101,40 $\pm$ 0,04 (101,48)	1,88
C8	183,18 $\pm$ 0,03 (190,68)	100,88 $\pm$ 0,01 (101,48)	1,88
C9	186,07 $\pm$ 0,72 (190,68)	102,16 $\pm$ 0,01 (101,48)	1,88

Na análise de variância (ANOVA) os parâmetros de regressão do modelo polinomial especial cubico foram estatisticamente significativos a um nível de confiança de 95%, sendo este o modelo que mais se ajustou. Os coeficientes de determinação  $R^2$  das quantificações de fenólicos totais pelos métodos do Folin Ciacaltea e Fast Blue foram de 0.9996 e 0.9999, respectivamente. Portanto, mostra-se que, aproximadamente, 99% dos resultados de ambas metodologias utilizadas podem ser explicados pelo modelo experimental aplicado.

Os gráficos de Pareto (Figura 1) mostram a influência de cada parâmetro e suas interações no desenho da mistura, as quais podem ser observadas em ordem decrescente de significância dos efeitos. Assim, constata-se que o tratamento com maior concentração de farelo de cacau apresentou maior contribuição para a presença de compostos fenólicos totais para ambas metodologias quantificadas. Além disso, ao avaliar as interações entre os ingredientes, nota-se na quantificação utilizando o método Folin Ciacaltea as interações entre o farelo de cacau com farinha de soja e farelo de cacau com a farinha de banana verde, não foram significativas ao nível de confiança de 95% ( $p < 0,05$ ), entretanto, todas as interações foram significativas para a determinação de compostos fenólicos totais pelo método de Fast blue, confirmando os resultados obtidos na Tabela 3.

Um modelo polinomial cubico foi obtido de acordo com a Eq. (1) para a metodologia de Folin Ciacaltea e com a Eq. (2) para a metodologia de Fast Blue, por meio da análise de regressão:

$$FT = 264.97A + 152.09B + 149.05C - 15.82AB + 29.55AC + 90.58BC - 441.51ABC \quad (2)$$

$$FT = 190.07A + 96.75B + 69.13C + 63.87AB - 59.09AC - 57.61BC - 327.85ABC \quad (3)$$

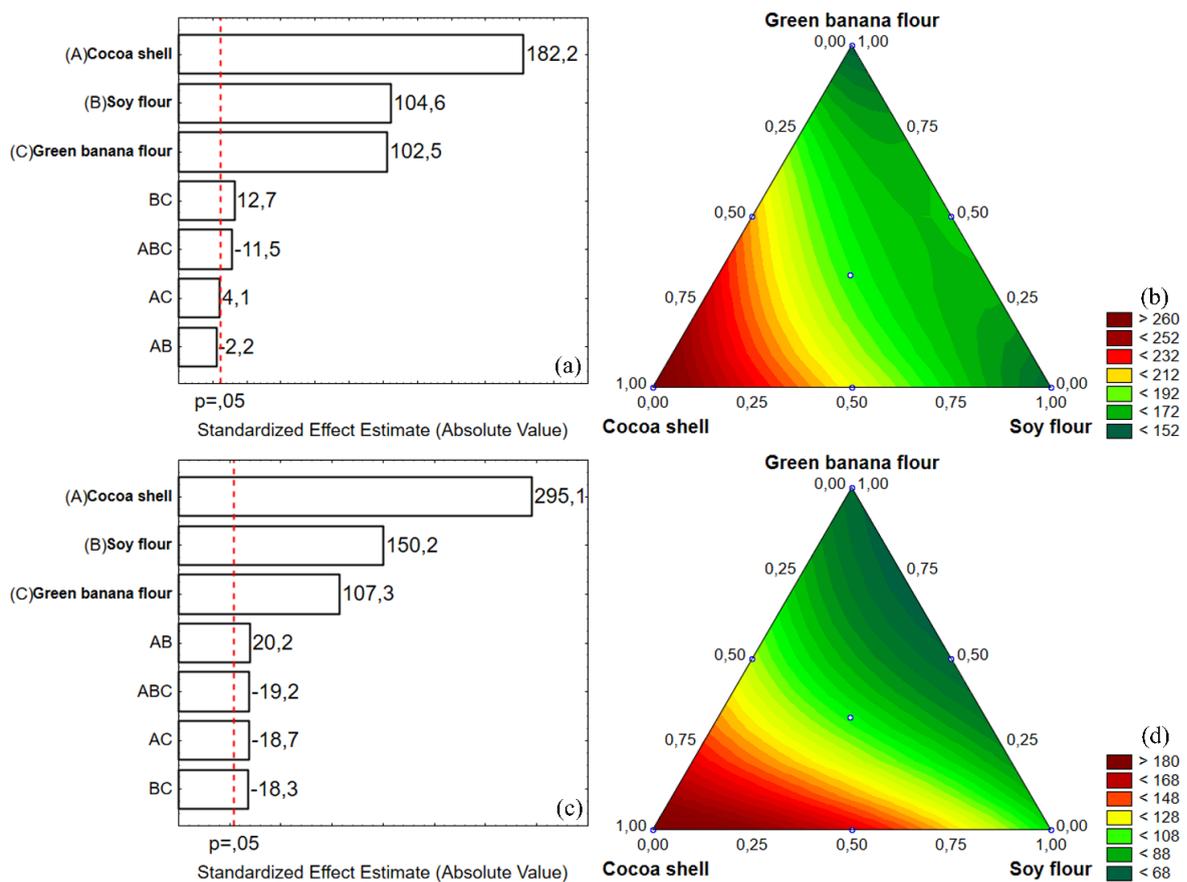
Onde FT = teor de fenólicos totais, A = farelo de cacau, B = farinha de soja, C = farinha de banana verde, AB = interação farelo de cacau e farinha de soja, AC = interação farelo de cacau e farinha de banana verde, BC = interação farinha de soja e farinha de banana verde, ABC = interação farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde.

Baseado no modelo matemático contido nas Eq. (2) e (3), foi gerada a Figura 1 (b) e (d), respectivamente, as quais representam os gráficos da superfície de resposta em função das concentrações dos ingredientes variáveis e suas interações com relação ao teor de compostos fenólicos quantificados nos cookies desenvolvidos.

De acordo com a Figura 1 (b), a região ótima corresponde às melhores concentrações dos ingredientes variáveis para obtenção do maior teor de compostos fenólicos totais nos cookies foi 100% de farelo de cacau, assim como na Figura 1 (d). Nessas condições, as respostas

previstas (Tabela 3) para a Figura 1 (b) foi de 260.56 mg EAG. 100 g<sup>-1</sup> e para a Figura 1 (d) foi de 190.06 mg EAG. 100 g<sup>-1</sup>.

**Figura 1.** Diagramas de Pareto demonstrando a influência das concentrações de ingredientes sobre a quantificação de compostos fenólicos totais pelos métodos de Folin Ciacaltea (a) e Fast Blue (c) em cookies. Gráficos de superfície de contorno para otimização do teor de fenólicos totais em cookies em função das variáveis independentes farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde, determinados por meio das metodologias de Folin Ciacaltea (b) e Fast Blue (d).



### 3.2.1. Comparação entre os métodos de Folin Ciacaltea e Fast Blue

A determinação de compostos fenólicos consiste em detectar fenóis a partir da interação oxidação/redução e, possivelmente, quelantes de metais. Entretanto, o resultado final pode sofrer interferências devido a presença de constituintes antioxidantes não-fenólicos e substâncias redutoras, como o ácido ascórbico, glicose, frutose e sulfitos, além de alguns aminoácidos e proteínas (Peterson, 1979). Já na metodologia desenvolvida por Medina (2011)

para quantificar o teor de fenólicos totais, denominada Fast Blue, utiliza o sal de diazônio Fast Blue, onde o grupo diazônio reage com grupamentos hidroxilas reativos dos compostos fenólicos, formando complexos azo estáveis. Dessa forma, os resultados sofrem menos com as mesmas interferências do método de Folin Ciocalteau e, conseqüentemente, são menores (Medina, 2011).

Partindo desse pressuposto, a razão entre os resultados de ambas as quantificações (Tabela 3) mostra que o método de Folin Ciocalteau apresenta valores superiores aos resultados obtidos pelo método do Fast Blue. Observa-se também que a presença da farinha de banana verde provocou maiores diferenças entre valores obtidos em ambas metodologias, tal interferência pode ser explicada pelo fato da banana ser um pseudofruto com alto teor de amido e açúcares que podem ser reduzidos durante a reação de oxidação/redução na determinação pelo método de Folin Ciocalteau, superestimando assim, os resultados (Peterson, 1979; Rodríguez-Ambríz et al., 2008). Portanto, pode-se inferir que a determinação de teor de fenólicos pelo método do Folin Ciocalteau em amostras com altos teores de açúcares não é recomendável.

### 3.3. Atividade antioxidante

Os resultados apresentados na Tabela 4 são relativos a atividade antioxidante dos cookies desenvolvidos utilizando uma matriz de mistura centróide-simplex variando as concentrações de farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde. A partir dos resultados da Tabela 4, observa-se que as menores atividades antioxidantes quantificadas foram dos tratamentos que não contêm o farelo de cacau em sua formulação.

Os parâmetros de regressão do modelo polinomial especial cubico de todas as atividades antioxidantes quantificadas foram estatisticamente significativos a um nível de confiança de 95% de acordo com a análise de variância (ANOVA). Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) equivalentes as determinações da atividade antioxidante pelos métodos do radical ABTS<sup>\*+</sup> ( $R^2 = 1$ ), DPPH EC<sub>50</sub> ( $R^2 = 0,9991$ ),  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico ( $R^2 = 0,9994$ ), FRAP ( $R^2 = 1$ ) e Complexo Fosfomolibdênio ( $R^2 = 1$ ) indicam que 100% dos resultados obtidos pelos métodos do radical ABTS<sup>\*+</sup>, FRAP e Complexo Fosfomolibdênio podem ser explicados pelo modelo experimental aplicado. Já os resultados observados nas quantificações da atividade antioxidante pelos métodos DPPH e  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico sugerem que, aproximadamente, 99% dos resultados podem ser elucidados pelo modelo experimental aplicado.

Os gráficos de Pareto (Figura 2) mostram em ordem decrescente se cada parâmetro é influenciado pelos efeitos e se suas interações na matriz da mistura podem ser consideradas estatisticamente significantes. Sendo assim, o farelo de cacau contribui positivamente para as

atividades antioxidantes quantificadas. Ao analisar as interações entre os ingredientes, observa-se que na determinação da atividade antioxidante pelos métodos do DPPH EC<sub>50</sub> e β-caroteno/ácido linoleico a interação entre o farelo de cacau com farinha de soja não foi significativa (p<0,05), já nas demais quantificações de atividade antioxidante todas as interações foram significativas, confirmando assim, os resultados apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Médias seguidas de desvio padrão da determinação de atividades antioxidantes nos cookies enriquecido com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde.

Tratamento	ABTS* <sup>+</sup> (μg trolox. g <sup>-1</sup> )	DPPH EC <sub>50</sub> (g amostra . g <sup>-1</sup> DPPH)	β-caroteno/ácido linoleico (% de proteção)	FRAP (μM de sulfato ferroso. g <sup>-1</sup> )	Complexo Fosfomolibdênio (%)
	Observado (Predito)	Observado (Predito)	Observado (Predito)	Observado (Predito)	Observado (Predito)
C1	16.85 ± 0.02 (16.85)	1842.79 ± 0.04 (1842.79)	94.28 ± 0.02 (94.28)	278.02 ± 0.01 (278.02)	71.89 ± 0.66 (71.89)
C2	13.08 ± 0.03 (13.08)	10665.70 ± 0.28 (10665.70)	83.44 ± 0.14 (83.44)	64.61 ± 0.01 (64.61)	45.70 ± 0.13 (45.70)
C3	12.16 ± 0.02 (12.16)	16024.56 ± 0.06 (16024.56)	92.50 ± 0.02 (92.50)	89.12 ± 0.01 (89.12)	35.43 ± 0.10 (35.43)
C4	5.89 ± 0.10 (5.89)	5614.46 ± 0.05 (5614.46)	87.91 ± 0.14 (87.91)	149.29 ± 0.02 (149.29)	45.51 ± 0.03 (45.51)
C5	4.67 ± 0.04 (4.67)	4367.35 ± 0.02 (4367.35)	85.10 ± 0.14 (85.10)	99.86 ± 0.02 (99.86)	48.58 ± 0.09 (48.58)
C6	7.10 ± 0.01 (7.10)	6444.84 ± 0.01 (6444.84)	88.86 ± 0.04 (88.86)	202.72 ± 0.01 (202.72)	37.74 ± 0.04 (37.74)
C7	6.11 ± 0.02 (6.15)	10286.07 ± 0.03 (10578.77)	93.10 ± 0.33 (93.27)	159.13 ± 0.02 (159.87)	37.94 ± 0.04 (37.86)
C8	6.15 ± 0.01 (6.15)	10723.8 ± 0.03 (10578.77)	93.22 ± 0.04 (93.27)	160.78 ± 0.01 (159.87)	37.77 ± 0.03 (37.86)
C9	6.19 ± 0.01 (6.15)	10726.39 ± 0.04 (10578.77)	93.49 ± 0.19 (93.27)	159.70 ± 0.01 (159.87)	37.87 ± 0.07 (37.86)

Os modelos polinomiais cúbicos foram obtidos de acordo com as Eq. (4), (5), (6), (7) e (8) para as atividades antioxidantes quantificadas e a partir delas foram geradas as Figura 2 (a), (b), (c), (d) e (e), respectivamente, as quais representam os gráficos da superfície de resposta em função das concentrações dos ingredientes variáveis e suas interações com relação a atividade antioxidante dos cookies desenvolvidos.

$$\text{ABTS}^{*+} = 16.85A + 13.08B + 12.16C - 36.32AB - 29.61AC - 31.80BC + 79.72ABC \quad (4)$$

$$\text{DPPH EC}_{50} = 1842.79A + 10665.70B + 16024.56C - 2559.15AB - 9955.33AC - 35911.13BC + 174452.66ABC \quad (5)$$

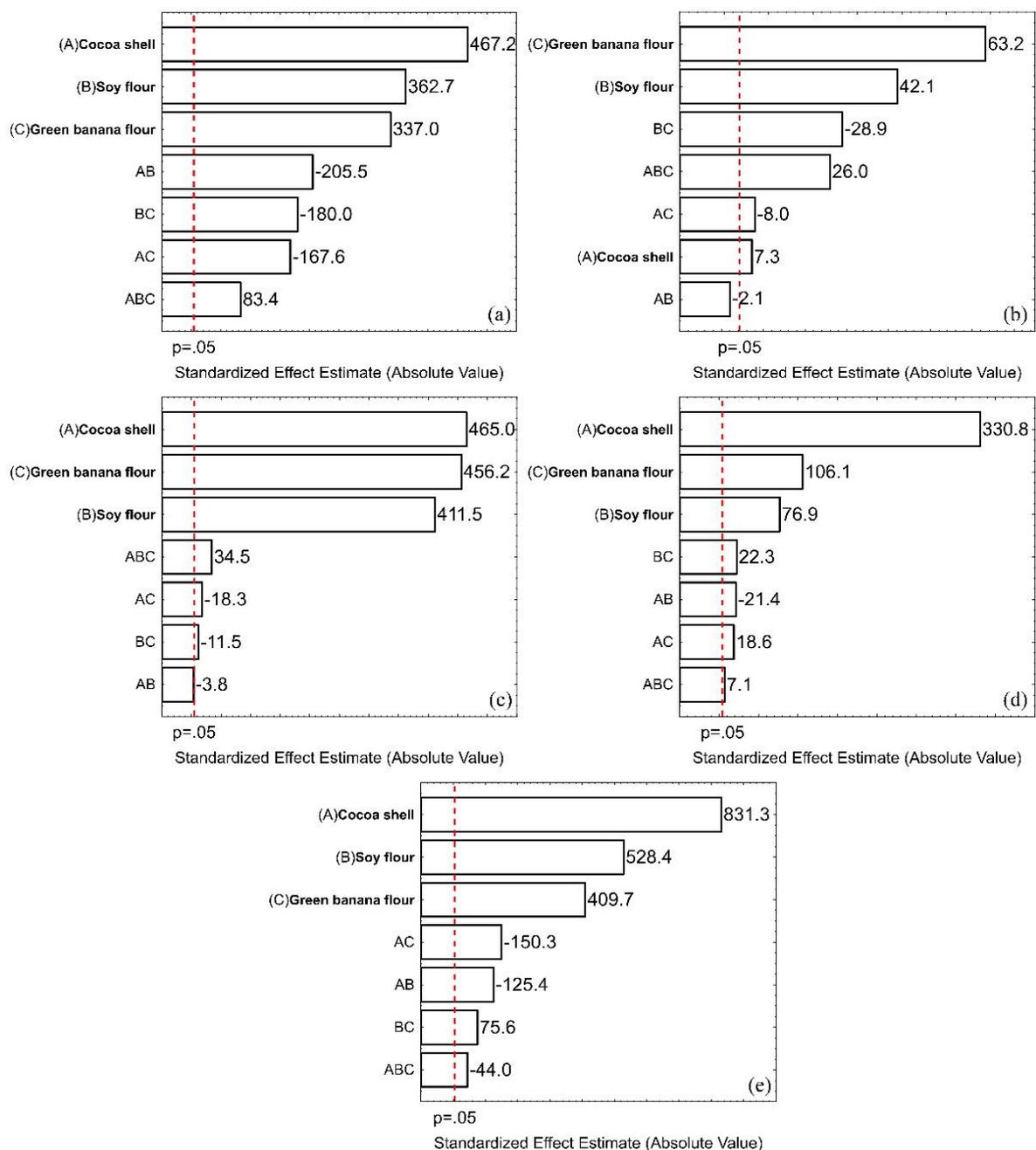
$$\beta\text{-caroteno} = 94.28A + 83.44B + 92.50C - 3.80AB - 18.13AC - 11.46BC + 185.37ABC \quad (6)$$

$$\text{FRAP} = 278.02A + 64.61B + 89.12C - 88.08AB + 76.63AC + 92.00BC + 158.83ABC \quad (7)$$

$$CF = 71.89A + 45.70B + 35.43C - 53.14AB - 63.69BC + 32.05BC - 100.94ABC \quad (8)$$

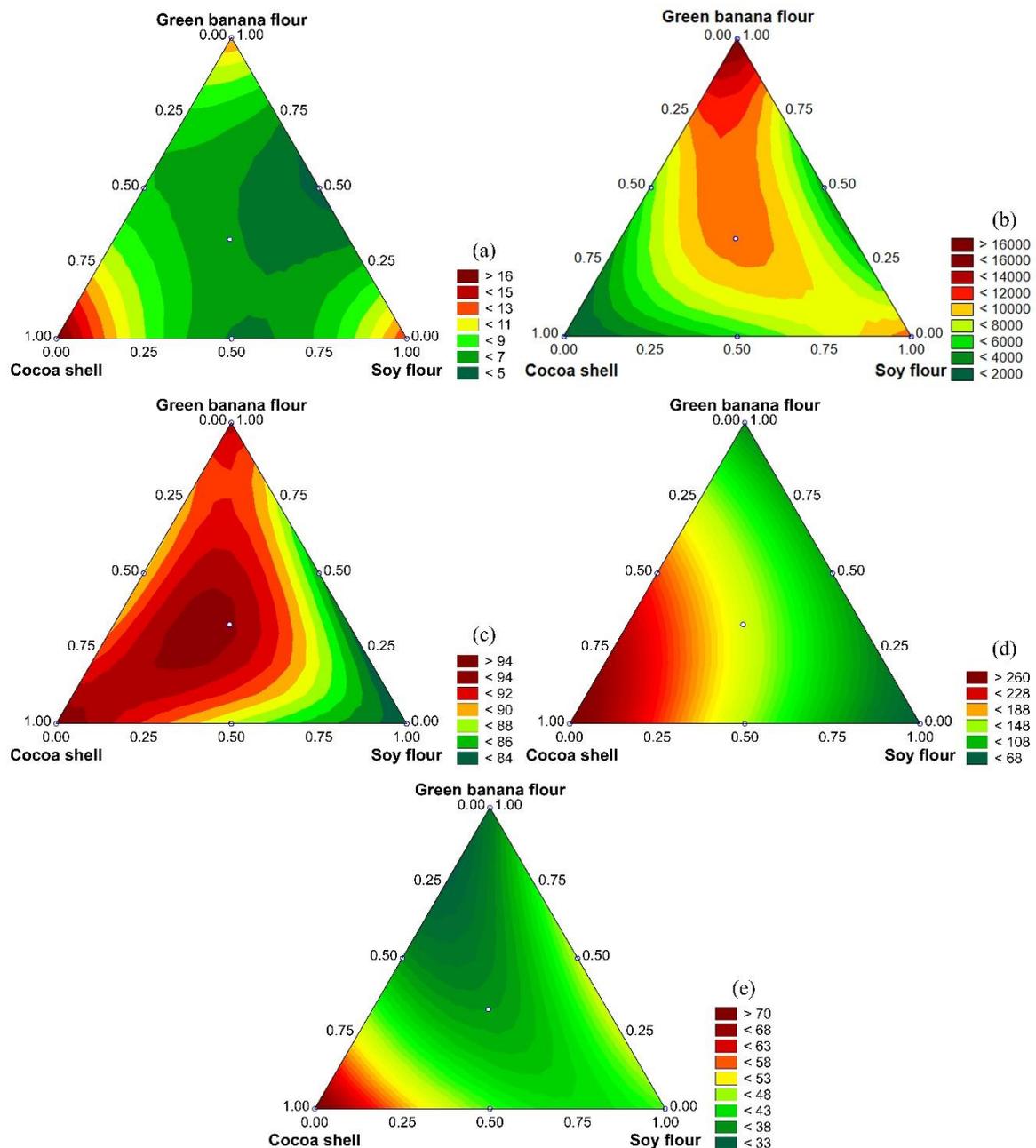
Onde A = farelo de cacau, B = farinha de soja, C = farinha de banana verde, AB = interação farelo de cacau e farinha de soja, AC = interação farelo de cacau e farinha de banana verde, BC = interação farinha de soja e farinha de banana verde, ABC = interação farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde, CF = Complexo Fosfomolibdênio.

**Figura 2.** Diagramas de Pareto demonstrando a influência das concentrações de ingredientes sobre a quantificação de atividade antioxidante pelos métodos de ABTS<sup>\*+</sup> (a), DPPH EC<sub>50</sub> (b), β-caroteno/ácido linoleico (c), FRAP (d) e Complexo Fosfomolibdênio (e) em cookies.



Nos gráficos de superfície de contorno (Figura 3) a região ótima corresponde às melhores concentrações dos componentes da mistura para obtenção da melhor atividade antioxidante nos cookies. Dessa forma, as concentrações ideais de farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde para se obter a melhor atividade antioxidante é a formulação com 100% de farelo de cacau e o valor previsto da atividade antioxidante equivalente estão demonstrados na Tabela 4.

**Figura 3.** Gráficos de superfície de contorno para otimização da atividade antioxidante em cookies em função das variáveis independentes farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde, determinados por meio das metodologias de ABTS<sup>•+</sup> (a), DPPH EC<sub>50</sub> (b),  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico (c), FRAP (d) e Complexo Fosfomolibdênio (e)



A atividade antioxidante dos cookies foi avaliada utilizando cinco métodos distintos, tendo em vista que apresentam diferentes mecanismos de ação nas mais variadas matrizes alimentares (Choi et al., 2002; Prior & Cao, 2000). Como os compostos fenólicos, os agentes com ação antioxidantes também são considerados compostos bioativos advindos do metabolismo secundário das plantas (Hinneburg, Dorman, & Hiltunen, 2006). Além do que, alguns estudos mostram que o farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde são fontes de compostos com alta atividade antioxidante (Lecumberri et al., 2007; Malenčić et al., 2012; Okiyama et al., 2017; Rebello et al., 2014), explicando assim, os resultados obtidos no presente estudo (Tabela 4).

O radical livre ABTS<sup>•+</sup> é gerado pela oxidação do ABTS, o qual se reduz na presença de antioxidantes doadores de hidrogênio, tendo em vista que depende da atividade e concentração do antioxidante em ação, bem como da duração da reação (Giada & Mancini-Filho, 2004), ou seja, quanto maior o valor obtido neste método, maior será a atividade antioxidante da amostra. Partindo desse pressuposto e levando em consideração que esta atividade antioxidante é comparada a um padrão (Trolox), a presença do farelo de cacau nas formulações dos cookies influenciou para o aumento da capacidade dos antioxidantes em capturar o radical livre, quando comparado com a farinha de soja e farinha de banana verde.

O método do DPPH fundamenta-se na capacidade do radical DPPH ser sequestrado pelo antioxidante presente (Brand-Williams, Cuvelier, & Berset, 1995). Os resultados desta atividade antioxidante foram expressos em EC<sub>50</sub>, equivalente a quantidade de amostra capaz de reagir com 50% do radical DPPH, inibindo-o. Dessa forma, pode-se inferir que quanto menor o EC<sub>50</sub>, melhor é a atividade antioxidantes da amostra em sequestrar radicais livres (Sousa et al., 2007). Os resultados obtidos para esta atividade antioxidante foram relativamente altos, o que explica a necessidade de uma grande quantidade de amostra para sequestrar o radical DPPH. Portanto, os cookies elaborados têm pouca capacidade de redução deste radical.

O método do β-caroteno/ácido linoleico tem como base a oxidação de β-caroteno (descoloração) induzida pelos produtos da degradação oxidativa do ácido linoleico. A atividade antioxidante deste método pode ser classificada como alta quando o percentual de inibição de oxidação for maior que 70%, intermediária quando estiver entre 40 e 70% e baixa quando for menor que 40% (Rufino et al., 2010). Assim sendo, pode-se inferir que os cookies desenvolvidos têm alta capacidade de inibir a oxidação do β-caroteno, pois todos os valores obtidos foram superiores a 70% de proteção.

O método do Poder de Redução do Ferro (FRAP), tem como princípio medir a capacidade do antioxidante em promover a redução do complexo férrico-tripiridiltriazina (Fe

III-TPZ) a complexo ferroso (Fe II-TPZ) (Benzie & Strain, 1999). Levando em consideração que quanto maior a concentração de complexo ferroso, maior será a atividade antioxidante da amostra, nota-se que o melhor poder de redução do ferro foi dos cookies com farelo de cacau.

A metodologia do Complexo Fosfomolibdênio mede a capacidade em que o agente antioxidante tem de provocar a redução do Molibdênio (+6) a Molibdênio (+5), com a formação de fosfato de Mo+5 (Prieto et al., 1999). Tendo em vista que este método utiliza como padrão o ácido ascórbico, pode-se constatar que quanto maior o valor de equivalente ácido ascórbico obtido, maior será a atividade antioxidante da amostra. Portanto, os antioxidantes presentes nas amostras foram capazes de promover, significativamente, a redução do Molibdênio (+6).

#### **4. CONCLUSÃO**

Para as condições avaliadas nesse estudo, os cookies elaborados apresentaram valores significativos na composição centesimal. Com exceção da formulação com 100% de farinha de banana verde, os cookies podem ser considerados fontes de proteína. Todas as amostras apresentaram um alto conteúdo de fibra dietética e um elevado valor energético. A aplicação do delineamento experimental centróide-simplex e da superfície de mistura foram efetivas para a otimização da formulação do cookie, obtendo assim, uma formulação ideal. A formulação com 100% de farelo de cacau mostrou ser a ideal para a maior presença de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, entretanto, a farinha de soja e a farinha de banana verde também influenciaram positivamente, assim como suas interações. Portanto, conclui-se que o farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde agregam valor nutricional ao produto final, caracterizando os cookies como um alimento com propriedades funcionais, fonte de proteína, fibra dietética e com elevado potencial antioxidante, sendo assim, viável a serem inseridos na dieta humana.

## REFERÊNCIAS

- AACC International. (2009). Insoluble and Soluble Dietary Fiber in Oat Products--Enzymatic-Gravimetric Method. In *Approved Methods of Analysis* (11th ed.). St. Paul, MM: AACC International. <https://doi.org/10.1094/AACCIIntMethod-32-21.01>
- Ahmad, A., Hayat, I., Arif, S., Masud, T., Khalid, N., & Ahmed, A. (2014). Mechanisms involved in the therapeutic effects of soybean (glycine max). *International Journal of Food Properties*, 17(6), 1332–1354. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.714828>
- Almeida, M., Oliveira, Q., Gomes, A., Galvão, C., Luis, S., Ferreira, C., ... Souza, D. (2016). Simplex optimization : A tutorial approach and recent applications in analytical chemistry. *Microchemical Journal*, 124, 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2015.07.023>
- Anderson, J. W., Baird, P., Davis, R. H., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A., ... Williams, C. L. (2009). Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, 67(4), 188–205. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x>
- ANVISA. (1978). Resolução CNNPA nº 12, de 1978. *Anvisa*, 49–51. Retrieved from [http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/12\\_78.pdf](http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/12_78.pdf)
- AOAC International. (2016). *Official methods of Analysis*. (J. George W. Latimer, Ed.) (20th ed.). Rockville, MD: AACC International.
- Beckett, S. T. (2008). *The Science of Chocolate* (2nd ed.). Cambridge: Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781847558053>
- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1999). Ferric reducing (antioxidant) power as a measure of antioxidant capacity: the FRAP assay. *Methods Enzymol*, 299, 15–36.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- BRASIL. (2012). Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. *Diário Oficial Da União*. Retrieved from [http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0054\\_12\\_11\\_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864)
- Burkert, J. F. de M., Fonseca, R. A. dos S. da, Moraes, J. O. de, Sganzerla, J., Kalil, S. J., & Burkert, C. A. V. (2012). Sensory acceptance of potentially symbiotic dairy beverages. *Brazilian Journal of Food Technology*, 15(4), 317–324. <https://doi.org/10.1590/S1981-67232012005000026>
- Camelo-Méndez, G. A., Agama-Acevedo, E., Tovar, J., & Bello-Pérez, L. A. (2017). Functional

- study of raw and cooked blue maize flour: Starch digestibility, total phenolic content and antioxidant activity. *Journal of Cereal Science*, 76, 179–185. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.06.009>
- Campuzano, A., Rosell, C. M., & Cornejo, F. (2018). Physicochemical and nutritional characteristics of banana flour during ripening. *Food Chemistry*, 256(November 2017), 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.113>
- Castro, F. P., Cunha, T. M., Ogliari, P. J., Teófilo, R. F., Ferreira, M. M. C., & Prudêncio, E. S. (2009). Influence of different content of cheese whey and oligofructose on the properties of fermented lactic beverages: Study using response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*, 42(5), 993–997. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.12.010>
- Choi, C. W., Kim, S. C., Hwang, S. S., Choi, B. K., Ahn, H. J., Lee, M. Y., ... Kim, S. K. (2002). Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. *Plant Science*, 163(6), 1161–1168. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00332-1](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00332-1)
- Cruz, A. G., Cadena, R. S., Castro, W. F., Esmerino, E. A., Rodrigues, J. B., Gaze, L., ... Bolini, H. M. A. (2013). Consumer perception of probiotic yogurt: Performance of check all that apply (CATA), projective mapping, sorting and intensity scale. *Food Research International*, 54(1), 601–610. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.07.056>
- Ferreira, D. S., Poppi, R. J., & Lima Pallone, J. A. (2015). Evaluation of dietary fiber of Brazilian soybean (*Glycine max*) using near-infrared spectroscopy and chemometrics. *Journal of Cereal Science*, 64, 43–47. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.04.004>
- Food and Nutrition Program. Pan American Health Organization/World Health Organization. (2003). *Guiding principles for complementary feeding of the breastfed child. Division of Health Promotion and Protection*. (PAHO/WHO, Ed.) (1st ed.). Washington/Geneva.
- Giada, M. L. R., & Mancini-Filho, J. (2004). The in vitro antioxidant activity of food phenolic compounds. *Nature*, 28, 91–107.
- Haslam, E. (1998). *Practical Polyphenolics: From structure to molecular recognition and physiological action*. (C. U. Press, Ed.). New York.
- Hinneburg, I., Dorman, H. J. D., & Hiltunen, R. (2006). Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chemistry*.
- Jan, U., Gani, A., Ahmad, M., Shah, U., Baba, W. N., Masoodi, F. A., ... Wani, S. M. (2015). Characterization of cookies made from wheat flour blended with buckwheat flour and effect on antioxidant properties. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6334–

6344. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1773-8>
- Lecumberri, E., Mateos, R., Izquierdo-Pulido, M., Rupérez, P., Goya, L., & Bravo, L. (2007). Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Food Chemistry*, *104*(3), 948–954. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.12.054>
- Lessa, O. A., Reis, N. dos S., Leite, S. G. F., Gutarra, M. L. E., Souza, A. O., Gualberto, S. A., ... Franco, M. (2018). Effect of the solid state fermentation of cocoa shell on the secondary metabolites, antioxidant activity, and fatty acids. *Food Science and Biotechnology*, *27*(1), 107–113. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0196-x>
- Malenčić, D., Cvejić, J., & Miladinović, J. (2012). Polyphenol Content and Antioxidant Properties of Colored Soybean Seeds from Central Europe. *Journal of Medicinal Food*, *15*(1), 89–95. <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0329>
- Martínez Espinosa, R., Torres Castro, P., Meneses, M., Figueroa, J., Pérez-Álvarez, J., & Viuda-Martos, M. (2012). *Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (Theobroma cacao L.) co-products*. *Food Research International* (Vol. 49). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.08.005>
- Medina, M. B. (2011). Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. *Journal of Functional Foods*, *3*(2), 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.02.007>
- Meyners, M., Castura, J. C., & Carr, B. T. (2013). Existing and new approaches for the analysis of CATA data. *Food Quality and Preference*, *30*(2), 309–319. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.06.010>
- Ndife, J., Kida, F., & Fagbemi, S. (2014). Production and quality assessment of enriched cookies from whole wheat and full fat soya. *European Journal of Food Science and Technology*, *2*(1), 19–28.
- Okiyama, D. C. G., Navarro, S. L. B., & Rodrigues, C. E. C. (2017). Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry. *Trends in Food Science and Technology*, *63*, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.007>
- Ovando-Martinez, M., Sáyago-Ayerdi, S., Agama-Acevedo, E., Goñi, I., & Bello-Pérez, L. A. (2009). Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. *Food Chemistry*, *113*(1), 121–126. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.035>
- Park, J., Choi, I., & Kim, Y. (2015). Cookies formulated from fresh okara using starch, soy flour and hydroxypropyl methylcellulose have high quality and nutritional value. *LWT - Food Science and Technology*, *63*(1), 660–666. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.110>

- Peterson, G. L. (1979). Review of the folin phenol protein quantitation method of lowry, rosebrough, farr and randall. *Analytical Biochemistry*, *100*(2), 201–220. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(79\)90222-7](https://doi.org/10.1016/0003-2697(79)90222-7)
- Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of Vitamin E. *Anal Biochem*, *269*, 337–341.
- Prior, R., & Cao, G. (2000). *In vivo total antioxidant capacity: Comparison of different analytical methods. Free radical biology & medicine* (Vol. 27). [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(99\)00203-8](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(99)00203-8)
- Rebello, L. P. G., Ramos, A. M., Pertuzatti, P. B., Barcia, M. T., Castillo-Muñoz, N., & Hermosín-Gutiérrez, I. (2014). Flour of banana (*Musa AAA*) peel as a source of antioxidant phenolic compounds. *Food Research International*, *55*, 397–403. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.039>
- Rodríguez-Ambriz, S. L., Islas-Hernández, J. J., Agama-Acevedo, E., Tovar, J., & Bello-Pérez, L. A. (2008). Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *Food Chemistry*, *107*(4), 1515–1521. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.007>
- Rufino, M. do S. M., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, *121*(4), 996–1002. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>
- Scheffe, H. (1963). The Simplex-Centroid Design for Experiments with Mixtures. *Journal of the Royal Statistical Society*, *25*(2), 235–263.
- Sharma, S., Saxena, D. C., & Riar, C. S. (2016). Nutritional, sensory and in-vitro antioxidant characteristics of gluten free cookies prepared from flour blends of minor millets. *Journal of Cereal Science*, *72*, 153–161. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.10.012>
- Silva, T. F., & Conti-Silva, A. C. (2018). Potentiality of gluten-free chocolate cookies with added inulin/oligofructose: Chemical, physical and sensory characterization. *LWT - Food Science and Technology*, *90*(December 2017), 172–179. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.031>
- Sousa, C. M. D. M., Silva, H. R. E., Vieira, G. M., Ayres, M. C. C., Da Costa, C. L. S., Araújo, D. S., ... Chaves, M. H. (2007). Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Química Nova*, *30*(2), 351–355. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200021>

- Sulieman, A. A., Zhu, K.-X., Peng, W., Hassan, H. A., Mahdi, A. A., & Zhou, H.-M. (2018). Influence of fermented and unfermented *Agaricus bisporus* polysaccharide flours on the antioxidant and structural properties of composite gluten-free cookies. *Lwt.* <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.007>
- van Kleef, E., van Trijp, H. C. M., & Luning, P. (2005). Consumer research in the early stages of new product development: a critical review of methods and techniques. *Food Quality and Preference*, *16*(3), 181–201. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2004.05.012>
- Varela, P., & Ares, G. (2012). Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. *Food Research International*, *48*(2), 893–908. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.06.037>
- Vernaza, M. G., Dia, V. P., Gonzalez De Mejia, E., & Chang, Y. K. (2012). Antioxidant and antiinflammatory properties of germinated and hydrolysed Brazilian soybean flours. *Food Chemistry*, *134*(4), 2217–2225. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.037>
- Waterhouse, A. L. (2002). Determination of Total Phenolics. In R. E. Wrolstad (Ed.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Yanglar, F. (2015). Effects of Green Banana Flour on the Physical, Chemical and Sensory Properties of Ice Cream. *Food Technology and Biotechnology*, *53*(3), 315–323. <https://doi.org/10.17113/ftb.53.03.15.3851>
- Zettel, V., & Hitzmann, B. (2018). Applications of chia (*Salvia hispanica* L.) in food products. *Trends in Food Science & Technology*, *80*, 43–50. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.011>

### CAPITULO 3

#### **ANÁLISE SENSORIAL DE COOKIES FORMULADOS COM FARELO DE CACAU, FARINHA DE SOLA E FARINHA DE BANANA VERDE: TESTE DE ACEITAÇÃO E CHECK-ALL-THAT-APPLY (CATA)**

Normas: *Food Research International* – ISSN: 0963-9969

#### **RESUMO**

O objetivo do presente estudo foi avaliar os aspectos sensoriais (teste de aceitação e *Check-All-That-Apply*) de cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde. As formulações dos cookies foram definidas usando o delineamento centróide-simplex. Os resultados do teste de aceitação foram submetidos a análise de superfície de mistura ( $p < 0,05$ ), obtendo uma superfície de resposta e a equação do modelo estatístico, cubico especial, indicando a região ótima com maior aceitação, entretanto, todas formulações tiveram boa aceitação, com médias de notas entre 6.37 e 7.55. Para a análise de dados do *Check-All-That-Apply* (CATA) utilizou-se o teste Q de Cochran para verificar diferenças significativas entre as amostras para cada característica, além da Análise de contingencia e Análise hierárquica de *clusters* que indicaram diferenças sensoriais entre os tratamentos com a presença e ausência do farelo de cacau. Conclui-se que as análises sensoriais realizadas foram efetivas e a recomendação para o consumo dos cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde será com base nas características e aspectos funcionais e sensoriais que o consumidor procura no produto.

**Palavras-chaves:** Coproduto agroindustrial, Desenvolvimento de produtos, Descrição sensorial, Teste Q de Cochran, Análise de contingencia, Análise hierárquica de *clusters*.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the sensory aspects (acceptance test and Check-All-That-Apply) of cookies formulated with cocoa shell, soy flour and green banana flour. Cookie formulations were defined using the centroid-simplex design. The results of the acceptance test were submitted to a mixing surface analysis ( $p < 0.05$ ), obtaining a response surface and the equation of the statistical model, special cubic, indicating the optimum region with greater acceptance, however, all formulations had good acceptance, with averages of grades between 6.37 and 7.55. For the analysis of Check-All-That-Apply (CATA) data the Cochran's Q test, was used to verify significant differences between the samples for each characteristic, as well as the contingency analysis and hierarchical cluster analysis that indicated sensorial differences between the treatments with the presence and absence of the cocoa shell. It is concluded that the sensorial analyses performed were effective and the recommendation for the consumption of cookies formulated with cocoa shell, soy flour and green banana flour will be based on the characteristics and functional and sensorial aspects that the consumer looks for in the product.

**Keywords:** Agroindustrial co-product, Product development, Sensory description, Cochran's Q test, Contingency analysis, Hierarchical analysis of *clusters*.

## 1. INTRODUÇÃO

Os biscoitos tipo cookie são comumente consumidos em grande parte do mundo por serem considerados como um alimento prático, com textura crocante, sabor doce e de custo acessível. São considerados produtos de padaria à base de farinha de trigo, açúcar e gordura, sendo assim, deficientes em alguns nutrientes essenciais para a nutrição humana, portanto, a incorporação de ingredientes com propriedades funcionais é uma alternativa para melhorá-los nutricionalmente (Park, Choi, & Kim, 2015; Sharma, Saxena, & Riar, 2016; Silva & Conti-Silva, 2018; Sulieman et al., 2018).

Dentre os diversos ingredientes possíveis de serem incorporados em formulações de cookies que possam lhes conferir propriedades funcionais, aliado ao reaproveitamento de coprodutos agroindustriais, as cascas das amêndoas do cacau, também conhecidas como farelo de cacau, se destacam por serem um coproduto da produção de chocolate, fonte de compostos fenólicos e antioxidante e rico em fibras dietéticas, além de apresentar cor e sabor semelhantes ao chocolate em pó (Lecumberri et al., 2007; Lessa et al., 2018; Okiyama, Navarro, & Rodrigues, 2017). Outras alternativas de ingredientes viáveis são a farinha de soja, por ser rica em proteína, óleos, componentes bioativos, fibras solúveis (Malenčić, Cvejić, & Miladinović, 2012; Vernaza, Dia, Gonzalez De Mejia, & Chang, 2012) e a farinha de banana verde, por apresentar fibras dietéticas, amido resistente, açúcares, compostos antioxidantes, como polifenóis, catecolaminas e carotenoides (Rebello et al., 2014; Rodríguez-Ambriz, Islas-Hernández, Agama-Acevedo, Tovar, & Bello-Pérez, 2008).

As propriedades funcionais e a qualidade sensorial são fatores que influenciam diretamente na escolha e aceitação de um produto alimentício. Deste modo, análises sensoriais diversas vêm sendo amplamente utilizadas visando otimizar ou desenvolver produtos mais atraentes e que atendam novas exigências do mercado consumidor, as quais inclinam-se para alimentos com alta qualidade nutricional e sensorial, atrelados a sustentabilidade (Cruz et al., 2013; van Kleef, van Trijp, & Luning, 2005; Zettel & Hitzmann, 2018).

O teste de aceitação e a análise descritiva *Check-All-That-Apply* (CATA) são metodologias de avaliação sensorial que vêm se destacando, tendo em vista que são de baixo impacto financeiro, sem a necessidade de provadores treinados. O teste de aceitação é largamente aplicada para observar se o consumidor gostou ou desgostou do produto por meio de notas, que quando submetidas a análise de superfície de resposta permitem a otimização da formulação, o que indica quais as concentrações dos ingredientes da mistura são ideais para a maior aceitação do produto, facilitando assim, o desenvolvimento de novos produtos (Burkert

et al., 2012; Castro et al., 2009). Em contrapartida, a análise CATA é considerada de natureza exploratória e descritiva, que consiste em uma lista de características em que os provadores devem selecionar todas que considerarem apropriadas para descrever a amostra em questão (Meyners, Castura, & Carr, 2013; Varela & Ares, 2012).

Análise descritiva CATA, correlacionada ao teste de aceitação, possibilita otimizar o tempo e recursos das empresas, tendo em vista que permitem observar o efeito dos ingredientes ou processos sob os produtos, além de resultar em um estudo mais completo sobre as percepções e gostos dos consumidores, assim como, observar o quanto suas necessidades são moldadas e influenciadas e como eles fazem escolhas de produtos com base em suas necessidades (Cruz et al., 2013; Meyners, Castura, & Worch, 2016; Varela & Ares, 2012). Partindo desse pressuposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os aspectos sensoriais (teste de aceitação e CATA) de cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Obtenção da matéria-prima**

O farelo de cacau torrado com granulométrica de, aproximadamente, 40 micras foi cedido por indústrias de chocolate localizadas no município de Ilhéus - Bahia. A farinha de soja, a farinha de banana verde e os demais ingredientes dos cookies foram adquiridos no comércio local do município de Lavras – Minas Gerais e transportados para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras, Lavras – Minas Gerais, até o processamento do cookie.

### **2.2. Formulação de cookie**

Para o desenvolvimento dos cookies foram utilizados 225 g de açúcar mascavo, 200 g de farinha de trigo integral, 150 g de margarina com 70% de lipídeos, 30 g de flocos de aveia, 10 g de fermento químico e 1 ovo, quantidades equivalentes a uma batelada. A soma da proporção de farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana descritos na Tabela 1 totalizam 80 g. Para a obtenção da massa utilizou-se o método em creme, no qual primeiramente são misturados o ovo, açúcar mascavo e a margarina em uma batedeira Wallita® com 5 velocidades, 250 W de potência, até a obtenção de um creme, logo em seguida foram adicionados os demais ingredientes à batedeira e misturados até a formação de uma massa homogênea. Posteriormente, a massa foi então moldada e os cookies assados em um forno

elétrico industrial Prática Technicook, 9.5 KW de potência, a 160°C por 8 minutos. Após o resfriamento em temperatura ambiente, foram embalados em potes de plástico até a realização das análises. Essa formulação foi definida com base em testes preliminares.

### 2.2.1. Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento experimental descrito por Scheffe (1963) denominado simplex-centróide, o qual apresentou nove tratamentos (Tabela 1), sendo os tratamentos C8 e C9 replicatas do ponto central (tratamento C7) para fornecer uma estimativa interna de erro, totalizando assim sete misturas e duas replicatas. Os três componentes da mistura avaliados neste estudo foram farelo de cacau ( $x_1$ ), farinha de soja ( $x_2$ ) e farinha de banana verde ( $x_3$ ). As proporções para cada ingrediente foram expressas como uma fração da mistura e para cada combinação de tratamento, a soma das proporções componentes foi igual a 100%, demonstrado na Eq. (1).

$$\sum X_i = x_1 + x_2 + x_3 = 100 \% = 80 \text{ g} \quad (1)$$

**Tabela 1.** Delineamento experimental usado para desenvolver cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde.

Tratamento	Farelo de cacau % (g)	Farinha de soja % (g)	Farinha de banana verde % (g)
C1	100 (80)	0 (0)	0 (0)
C2	0 (0)	100 (80)	0 (0)
C3	0 (0)	0 (0)	100 (80)
C4	50 (40)	50(40)	0 (0)
C5	0 (0)	50 (40)	50 (40)
C6	50 (40)	0 (0)	50 (80)
C7	33 (26.4)	33 (26.4)	33 (26.4)
C8	33 (26.4)	33 (26.4)	33 (26.4)
C9	33 (26.4)	33 (26.4)	33 (26.4)

### 2.3. Avaliação sensorial

A avaliação sensorial foi realizada, após aprovação do Comitê de ética em Pesquisa com Seres Humanos (COEP), sob o protocolo CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética) de número 78396317.5.0000.5148, conforme a resolução número 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (1996).

### **2.3.1. Seleção de provadores e apresentação da amostra**

Um total de 95 provadores de cookie (41 homens e 54 mulheres) recrutados na Universidade Federal de Lavras (UFLA), com idades entre 18 e 65 anos e frequentes consumidores de biscoitos tipo cookie, participaram do estudo e foram submetidos ao teste de aceitação e *Check-All-That-Apply* (CATA) contidos em uma mesma ficha avaliadora. Os provadores avaliaram uma amostra de cada tratamento, totalizando, 9 amostras de cookies que foram divididos em duas sessões. Os cookies, com aproximadamente 4 g, 8 mm de espessura e 34 mm de diâmetro, foram codificados com números aleatórios de três dígitos e a apresentação da amostra seguiu um delineamento experimental de blocos completos balanceados.

### **2.3.2. Teste de Aceitação**

Para a avaliação das amostras quanto à aceitação, utilizou-se a escala hedônica de nove pontos, com variação entre (1 = desgostei extremamente a 9 = gostei extremamente). Para cada amostra, os consumidores avaliaram os seguintes atributos: 'aparência', 'sabor', 'textura' e 'impressão global'.

O planejamento simplex-centroide foi aplicado para otimizar a preparação dos cookies formulados. Este planejamento foi utilizado na otimização das proporções dos componentes: farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde, considerando a proporção final de 100%. As respostas avaliadas foram aparência, sabor, textura e impressão global. O número de experimentos realizados foi nove, com sete exigido pelo planejamento e duas medidas realizadas no ponto central para avaliar o erro experimental (Tabela 1). Os experimentos foram realizados em ordem aleatória. Os modelos matemáticos gerados foram submetidos à ANOVA ( $p < 0,05$ ) utilizando o software Statistica 12.0 (Statsoft EUA). Os parâmetros estatísticos avaliados foram a validade dos modelos, a significância da falta de ajuste e regressão e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

### **2.3.3. *Check-All-That-Apply* (CATA)**

Para a avaliação descritiva CATA, os provadores foram instruídos à leitura das características para cada atributo avaliado (Tabela 2) presentes na ficha antes de iniciarem a análise. Em seguida, solicitados que após experimentar as amostras, devem marcar as

características observada em cada amostra, podendo marcar quantas alternativas fossem necessárias (Varela & Ares, 2012). Tais características apresentadas aos provadores quanto aos atributos de aparência, sabor e textura (Tabela 2) foram levantadas em prévio grupo de foco constituído por 12 avaliadores assíduos consumidores de cookie.

**Tabela 2.** Características levantadas em grupo de foco para cada atributo avaliado (aparência, sabor e textura) e apresentadas para provadores durante análise sensorial CATA.

Características de Aparência	Características de Sabor	Características de Textura
Liso	Sabor de chocolate	Crocante
Com rachadura	Sabor de banana	Duro
Escuro	Sabor de soja	Macio
Claro	Açúcar mascavo	Quebradiço
Cor de cookie tradicional	Sabor de margarina	Aerado
Cor de cookie sabor chocolate	Farinha de trigo	Textura característica de cookie
Aparência de queimado	Amargo	
	Sabor doce	
	Sabor de cookie tradicional	
	Sabor residual	

Na análise de dados do CATA, contabilizou-se a frequência com que cada característica foi observada pelos provadores nas diferentes amostras avaliadas sensorialmente, originando assim, a matriz de contingência. Utilizou-se o teste Q de Cochran para verificar diferenças significativas entre as amostras para cada característica, indicando assim, quais que de fato caracterizaram as amostras (Meyners et al., 2013). O programa estatístico utilizado foi a versão R e os pacotes *SensMineR* e *FactoMineR*.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Avaliação Sensorial

##### 3.1.1. Teste de aceitação

O processo de otimização visa melhorar o desempenho do produto, para que os maiores benefícios possam ser alcançados, com o menor número de experimentos e obtendo a quantidade máxima de dados para o desenvolvimento de um modelo eficiente e reprodutível, afim de olhar as interações e obter a melhor proporção para o desenvolvimento do produto (Almeida et al., 2016). Dessa forma, na Tabela 3 estão descritas as notas obtidas para os

atributos avaliados no teste de aceitação para os diferentes tratamentos dos cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde.

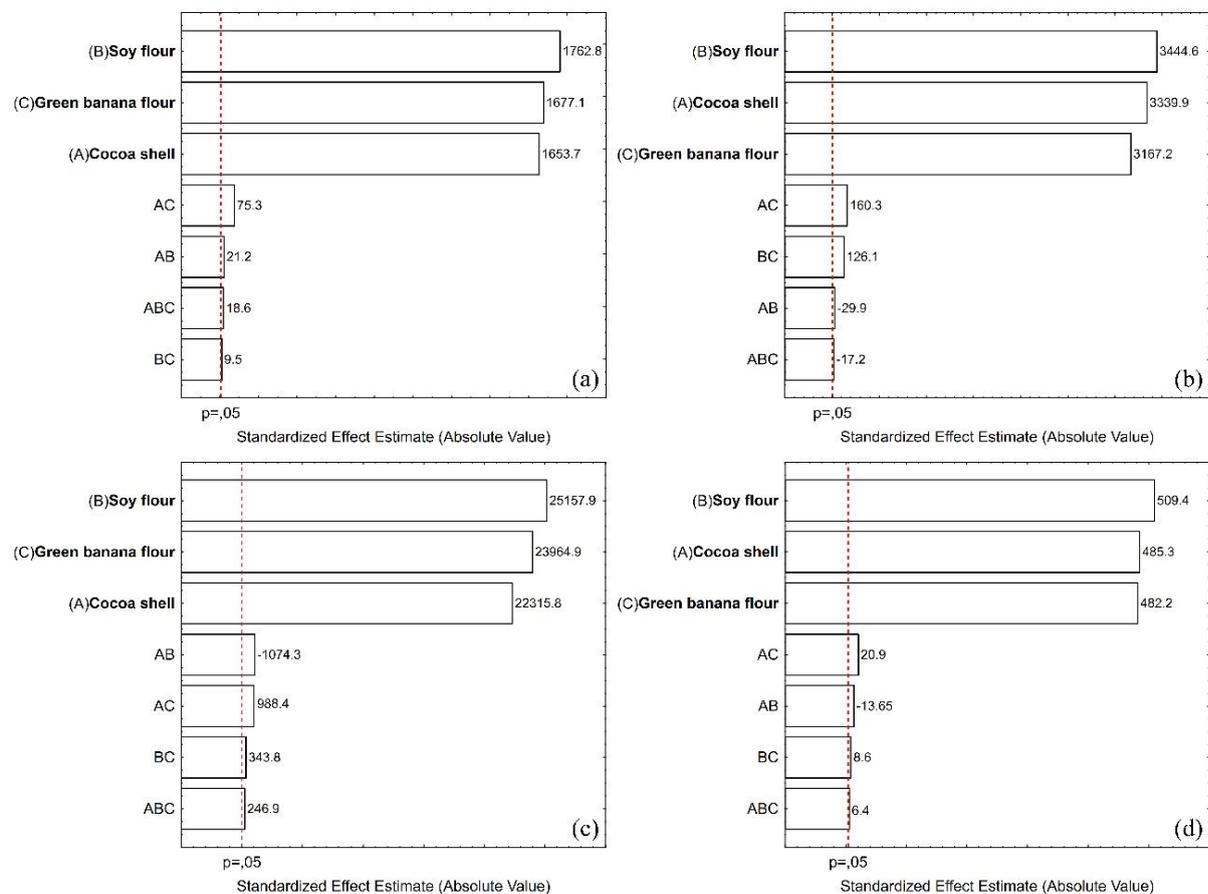
A validação do modelo proposto foi realizada verificando-se o ajuste entre os dados experimentais e os valores previstos. Para isso, foi realizada uma análise de variância (ANOVA), bem como a correlação entre os valores previstos e os valores observados. Os valores-f calculados foram maiores que o valor f-crítico no nível de confiança de 95%, mostrando que as regressões são estatisticamente significativas para todos os modelos. Além disso, não houve significância da falta de ajuste, uma vez que os valores f calculados foram menores que o valor f-crítico no nível de confiança de 95%. Portanto, infere-se que os modelos são válidos e capazes de fazer previsões com confiabilidade. Outra avaliação foi realizada considerando o coeficiente de determinação, os quais foram 0.9999 para o atributo aparência, 1 para sabor e textura e 0.9984 para impressão global, constatando assim, que 99.99%, 100% e 99.98% dos resultados dos atributos podem ser explicados pelo modelo experimental aplicado, respectivamente.

**Tabela 3.** Médias seguidas de desvio padrão das notas do teste de aceitação (aparência, sabor, textura e impressão global) para os diferentes tratamentos dos cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde.

Tratamento	Atributos			
	Aparência	Sabor	Textura	Impressão Global
	Observado (Predito)	Observado (Predito)	Observado (Predito)	Observado (Predito)
C1	6.71 ± 1.55 (6.71)	6.72 ± 1.85 (6.72)	6.69 ± 1.82 (6.69)	6.77 ± 1.62 (6.77)
C2	7.15 ± 1.45 (7.15)	6.93 ± 1.37 (6.93)	7.55 ± 1.25 (7.55)	7.11 ± 1.22 (7.11)
C3	6.80 ± 1.36 (6.80)	6.37 ± 1.76 (6.37)	7.19 ± 1.59 (7.19)	6.73 ± 1.39 (6.73)
C4	7.03 ± 1.61 (7.03)	6.75 ± 1.82 (6.75)	6.73 ± 1.94 (6.73)	6.71 ± 1.63 (6.71)
C5	7.02 ± 1.47 (7.02)	6.96 ± 1.52 (6.96)	7.50 ± 1.53 (7.50)	7.06 ± 1.49 (7.06)
C6	7.13 ± 1.65 (7.13)	6.94 ± 1.40 (6.94)	7.31 ± 1.35 (7.31)	7.11 ± 1.39 (7.11)
C7	7.19 ± 1.43 (7.19)	6.92 ± 1.61 (6.92)	7.25 ± 1.49 (7.25)	7.06 ± 1.45 (7.07)
C8	7.20 ± 1.46 (7.19)	6.92 ± 1.58 (6.92)	7.25 ± 1.53 (7.25)	7.09 ± 1.89 (7.07)
C9	7.19 ± 1.41 (7.19)	6.91 ± 1.73 (6.92)	7.25 ± 1.56 (7.25)	7.07 ± 1.63 (7.07)

Os gráficos de Pareto representados na Figura 1 mostram a influência de cada ingrediente da mistura e suas interações, as quais podem ser observadas em ordem decrescente de significância dos efeitos. Partindo desse pressuposto, pode-se inferir que a maior concentração de farinha de soja influenciou mais positivamente para uma melhor aceitação do cookie. Além disso, ao avaliar as interações entre os ingredientes, nota-se que todas as interações entre os integrantes da mistura foram significativas ao nível de confiança de 95%, confirmando os resultados preditos descritos na Tabela 3.

**Figura 1.** Diagramas de Paretos para modelo cubico especial (significância  $p < 0,05$ ) referentes aos atributos de aparência (a), sabor (b), textura (c) e impressão global (d).



A partir desses resultados, foi possível escrever as Equações (2), (3), (4) e (5), que apresentaram um modelo especial cubico do planejamento de mistura considerando fatores significativos e ilustrando a relação entre as três variáveis estudadas e as respostas em termo de aparência, sabor, textura e impressão global dos cookies, considerando os valores reais. Tais equações revelam os pontos críticos de resposta de superfície para cada variável, representados na Figura 2.

$$\text{Aparência} = 6.71A + 7.15 B + 6.80C + 0.42AB + 1.50AC + 0.19 BC + 1.99ABC \quad (2)$$

$$\text{Sabor} = 6.72A + 6.93B + 6.37C - 0,30AB + 1.58AC + 1.24BC - 0,92ABC \quad (3)$$

$$\text{Textura} = 6.70A + 7.55B + 7.19C - 1,58AB + 1.45AC + 0,51BC + 1.96ABC \quad (4)$$

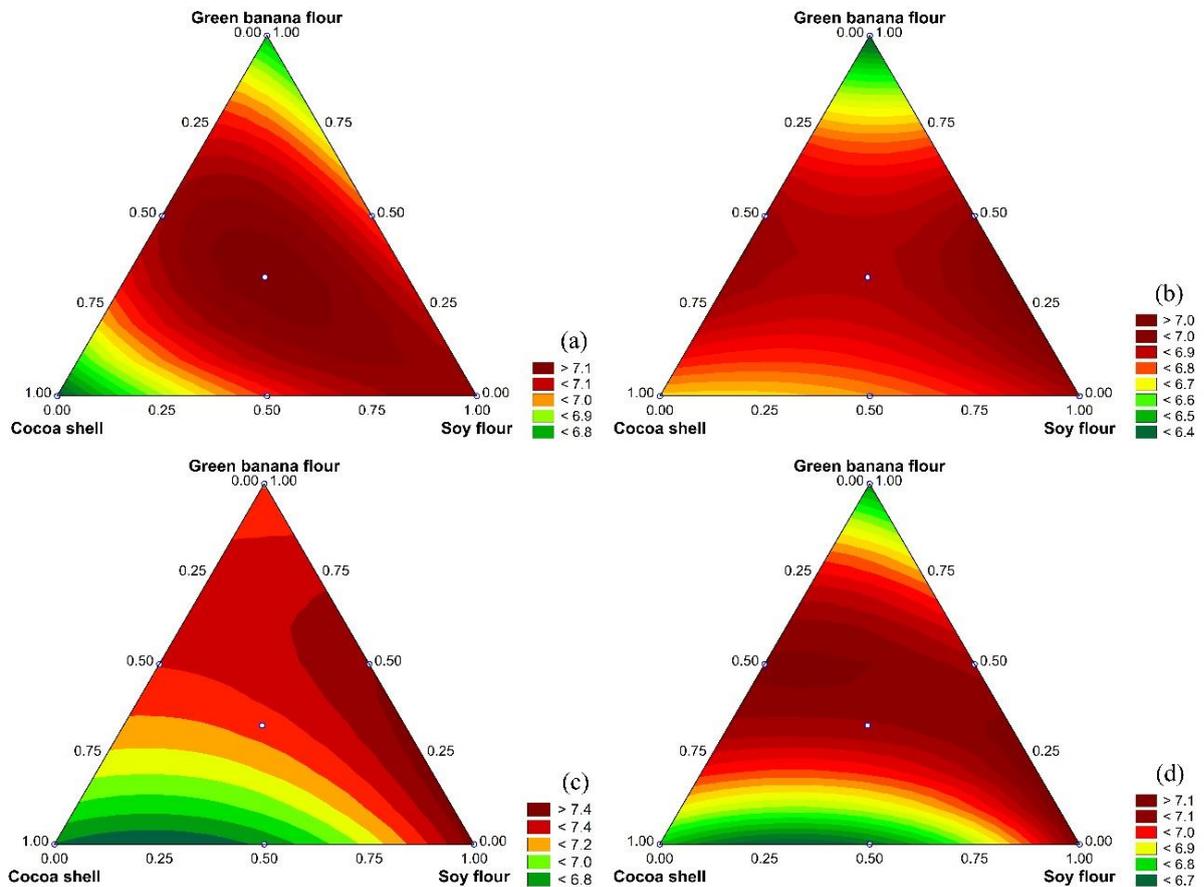
$$\text{Impressão Global} = 6.77A + 7.11B + 6.73C - 0,93AB + 1.43AC + 0,59BC + 2.37ABC \quad (5)$$

Onde A = farelo de cacau, B = farinha de soja, C = farinha de banana verde, AB = interação farelo de cacau e farinha de soja, AC = interação farelo de cacau e farinha de banana verde, BC = interação farinha de soja e farinha de banana verde, ABC = interação farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde.

Os gráficos de superfície de contorno apresentados na Figura 2 indicam as melhores concentrações dos componentes da mistura para fornecer uma maior aceitação dos cookies formulados, tendo em vista que a coloração vermelha, quanto mais intensa, maior será a nota de aceitação, estabelecendo assim, parâmetros de resposta a aparência, o sabor, a textura e a impressão global. Entretanto, as notas obtidas no teste de aceitação para todos os atributos avaliados variaram de 6.37 a 7.55 (Tabela 3), indicando assim, boa aceitação para todas as formulações.

Uma vez que os cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde tiveram boa aceitação (Tabela 3), a recomendação para o consumo será com base nos objetivos e aspectos sensoriais e funcionais que o consumidor busca no produto, tendo em vista que cada ingrediente da mistura apresenta uma composição nutricional e quando inseridos nas formulações dos cookies podem conferir propriedades funcionais e características sensoriais distintas ao produto final. O farelo de cacau, por exemplo, é uma matéria-prima fonte de fibra dietética, compostos fenólicos e antioxidantes (Lecumberri et al., 2007; Lessa et al., 2018; Okiyama et al., 2017), já a farinha de soja, por sua vez, apresenta um alto conteúdo proteico (Ahmad et al., 2014; Malenčić et al., 2012; Vernaza et al., 2012) e a farinha de banana verde contém um conteúdo significativo de compostos fenólicos e fibra dietética (Rebello et al., 2014; Rodríguez-Ambroz, Islas-Hernández, Agama-Acevedo, Tovar, & Bello-Pérez, 2008).

**Figura 2.** Gráficos de superfícies de respostas obtidos a partir do desenho da mistura utilizada no procedimento de otimização de formulações de cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde, referentes aos atributos de aparência (a), sabor (a), textura (c) e impressão global (d).



### 3.1.2. Check-All-That-Apply (CATA)

A Tabela 4 esta apresenta a frequência de percepção das características sensoriais de cada amostra por parte dos consumidores (tabela de contingência) e o valor p obtido no teste Q de Cochran, cuja finalidade foi identificar diferenças significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre as características, além de identificar quais podem ter tido algum impacto na aceitação.

Inicialmente, os dados referentes a tabela de contingencia foram submetidos ao teste de qui-quadrado ( $X^2$ ), o qual indicou que as associações entre as amostras e as características foram significativas, validando assim, a análise CATA. De acordo com o teste Q de Cochran, as características sabor de açúcar mascavo, sabor doce, sabor de cookie tradicional, sabor residual, macio, aerado e textura característica de cookie foram consideradas não significantes para o presente estudo, tendo em vista que os valores p obtidos foram maiores que 0.05, conforme

descrito na Tabela 4. Partido desse pressuposto, tais características não foram consideradas na Análise de correspondência (CA).

**Tabela 4.** Tabela de contingência da avaliação sensorial CATA dos cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde, e o valor p obtido no teste Q de Cochran para as características.

Característica	Tratamento									Valor p
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	
Liso	54	20	41	55	36	48	32	32	31	< 0.001
Com rachadura	20	54	32	21	40	37	41	39	42	< 0.001
Escuro	64	2	24	55	16	71	46	46	45	< 0.001
Claro	1	69	41	3	56	0	3	4	4	< 0.001
Cor de cookie tradicional	3	51	30	8	56	6	11	11	13	< 0.001
Cor de cookie chocolate	49	1	15	57	4	63	56	57	55	< 0.001
Aparência de queimado	25	2	12	21	2	14	9	8	7	< 0.001
Sabor chocolate	51	4	10	40	3	50	39	38	37	< 0.001
Sabor banana	10	9	25	6	23	12	5	3	5	< 0.001
Sabor soja	4	18	14	4	14	8	6	6	6	0.001
Sabor de açúcar mascavo	36	30	30	46	27	29	29	29	30	0.114*
Sabor de Margarina	5	25	18	10	25	10	10	9	8	< 0.001
Farinha de trigo	4	28	14	15	16	17	12	13	13	0.002
Amargo	33	2	11	18	5	17	16	16	15	< 0.001
Sabor doce	25	38	39	31	49	37	36	35	36	0.073*
Sabor de cookie tradicional	20	35	21	24	36	33	32	30	34	0.068*
Sabor residual	19	12	17	17	10	18	13	12	13	0.565*
Crocante	54	75	66	63	78	74	66	64	64	0.005
Duro	40	7	5	42	8	26	26	26	28	< 0.001
Macio	10	16	8	5	14	10	11	11	11	0.389*
Quebradiço	16	15	36	14	19	23	19	17	17	0.004
Aerado	11	15	24	11	19	11	13	13	11	0.087*
Textura característica de cookie	15	32	19	21	24	26	22	24	21	0.239*

\*Característica não significativa pelo teste Q de Cochran a 5% de significância.

A Figura 3 representa o mapa bidimensional da Análise de Correspondência (CA), que segundo Meyners, Castura, & Carr (2013) é amplamente utilizada para interpretar uma tabela de contingência. O CA indica que o espaço do produto apresenta baixa dimensionalidade, tendo em vista que a maioria dos dados foram representado pela dimensão 1 (eixo x), 85.64%, enquanto que a dimensão 2 (eixo y) representou apenas 7.88%, totalizando um total de 93.52% da variabilidade dos dados.

A principal discriminação na análise CA foi a separação pelas diferenças entre as formulações com a presença do farelo de cacau (C1, C4, C6, C7, C8 e C9) e as com ausência

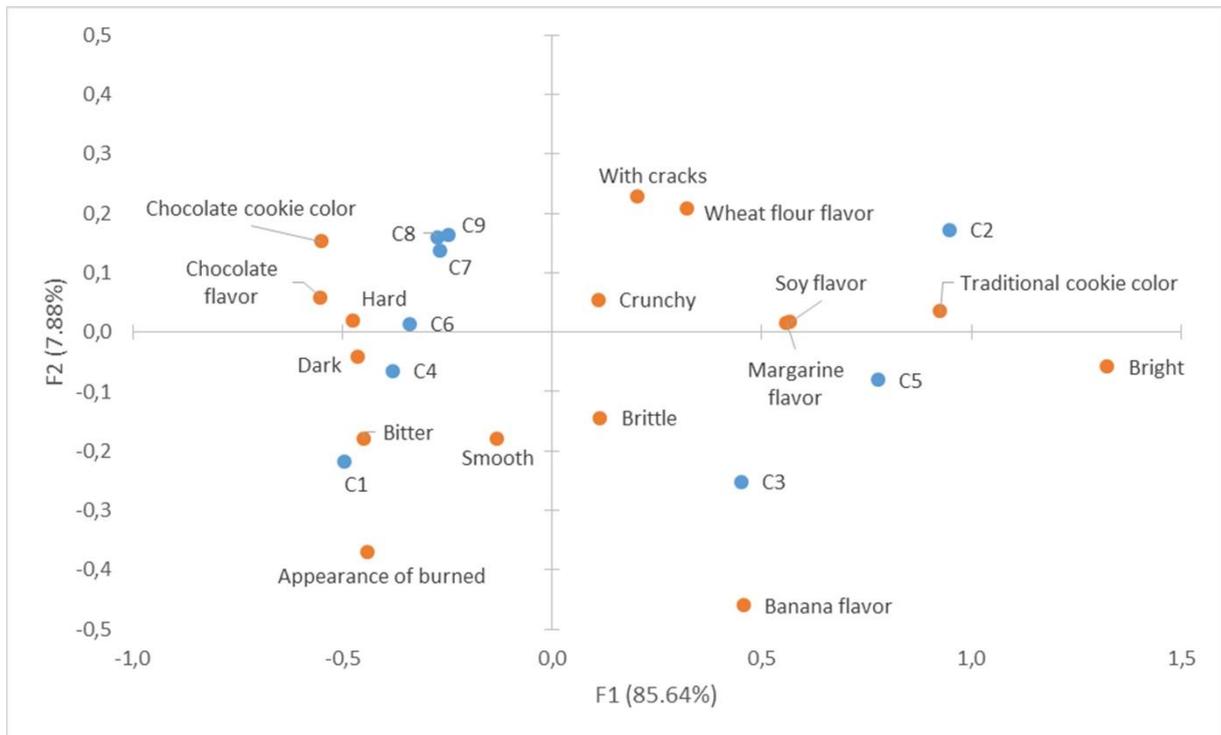
(C2, C3 e C5). Deste modo, infere-se que o enriquecimento com o farelo de cacau originou cookies parecidos devido à proximidade dos pontos no mapeamento (Figura 3), lhes conferindo características de liso, duro, sabor de chocolate e amargo, escuro, cor de cookie de chocolate e aparência de queimado. O pressuposto que componentes absorvedores de água, como fibras e proteínas, podem contribuir para o aumento da dureza de massas de cookies, principalmente, após a cocção, confirma a característica duro observada nos cookies formulados com farelo de cacau, tendo em vista que é uma matéria prima rica em fibra dietética e o fato de apresentar cor, sabor semelhantes ao do chocolate em pó ratifica as características de sabor de chocolate e amargo, escuro, cor de cookie de chocolate e aparência de queimado (Jan, Panesar, & Singh, 2018; Okiyama et al., 2017).

Enquanto que o cookie 100% de farinha de soja (C2) foi descrito como claro, com cor de cookie tradicional, sabor de soja e margarina, a formulação C3 (100% de farinha de banana verde) teve como características principais a aparência com rachadura, textura crocante, quebradiço e com sabor de banana, margarina e farinha de trigo. Já o cookie formulado com a interação da farinha de soja e farinha de banana verde (C5) foi caracterizado com cor de cookie tradicional e sabor de banana, soja e margarina. Devido ao fato da farinha de soja e a farinha banana verde apresentarem colorações mais claras e sabores menos intensos permitindo o realce dos demais ingredientes dos cookies, confirmando assim, as características observadas para as formulações sem o farelo de cacau.

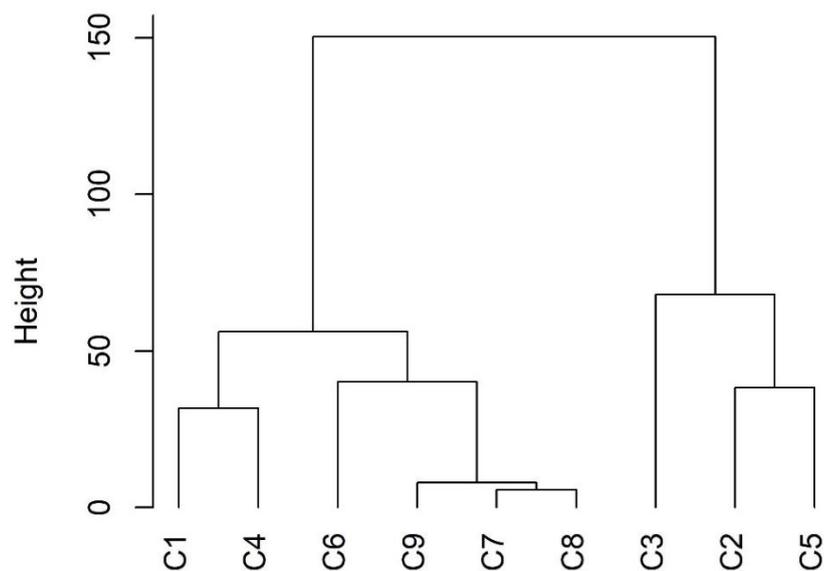
A Figura 4 representa a análise hierárquica de *clusters* (HCA), também conhecida como dendograma, dos dados na análise sensorial CATA. Segundo Cruz et al. (2013), a HCA é comumente utilizada para encontrar grupos de amostras com características sensoriais semelhantes em cada metodologia, tendo como coordenadas amostras de entrada na primeira e segunda dimensão dos mapas sensoriais produzidos por cada técnica.

Levando em consideração que cada agrupo, denominado *cluster*, presente na Figura 4 é formado devido à proximidade entre dois tratamentos, que quanto mais alta a linha ligando dois grupos, mais tarde foi feito seu agrupamento e que a altura da linha ligando dois *clusters* é proporcional à sua distância, conclui-se que os tratamentos C1 e C4, apresentaram características semelhantes, assim como os tratamentos C7, C8 e C9, tendo em vista que são as repetições do ponto central do delineamento estatístico. Já o tratamento C6 mostrou ter características intermediárias entre os dois *clusters* citados anteriormente.

**Figura 3.** Análise de Correspondência (CA) da análise CATA mostrando as características utilizadas para descrever os cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde.



**Figura 4.** Dendrograma obtido a partir da análise hierárquica de *clusters* (HCA) de formulações de cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde utilizados na análise CATA.



O cookie cuja formulação tem 100% de farinha soja (C2) apresentou característica similares com as do cookie formulado com a interação entre a farinha de soja e farinha de

banana verde (C5), conforme exposto na Figura 4. O tratamento C3 apesar de ser formulado com 100% de farinha de banana verde, apresentou uma distância entre o *cluster* formado pelo C2 e C5. Pelo exposto pode-se inferir que a HCA confirmou os dados presentes na Figura 3, tendo em vista que houve uma clara separação entre as formulações com farelo de cacau e sem, além de mostrar a diferenças sensoriais entre os cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde.

#### **4. CONCLUSÃO**

Para as condições avaliadas nesse estudo, todos os atributos avaliados no teste de aceitação (aparecia, sabor, textura e impressão global) apresentam boa aceitação de acordo com as notas obtidas sensorialmente. Com relação a análise CATA, pode-se inferir que as descrições dos cookies foram efetivas, comprovando as diferenças de características entre os tratamentos com a presença (C1, C4, C6, C7, C8 e C9) e ausência (C2, C3 e C5) do farelo de cacau. Dessa forma, conclui-se que a recomendação para o consumo dos cookies formulados com farelo de cacau, farinha de soja e farinha de banana verde será com base nas características sensoriais e aspectos funcionais que o consumidor procura no produto.

## REFERÊNCIAS

- Ahmad, A., Hayat, I., Arif, S., Masud, T., Khalid, N., & Ahmed, A. (2014). Mechanisms involved in the therapeutic effects of soybean (glycine max). *International Journal of Food Properties*, *17*(6), 1332–1354. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.714828>
- Almeida, M., Oliveira, Q., Gomes, A., Galvão, C., Luis, S., Ferreira, C., ... Souza, D. (2016). Simplex optimization : A tutorial approach and recent applications in analytical chemistry. *Microchemical Journal*, *124*, 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2015.07.023>
- Burkert, J. F. de M., Fonseca, R. A. dos S. da, Moraes, J. O. de, Sganzerla, J., Kalil, S. J., & Burkert, C. A. V. (2012). Sensory acceptance of potentially symbiotic dairy beverages. *Brazilian Journal of Food Technology*, *15*(4), 317–324. <https://doi.org/10.1590/S1981-67232012005000026>
- Castro, F. P., Cunha, T. M., Ogliari, P. J., Teófilo, R. F., Ferreira, M. M. C., & Prudêncio, E. S. (2009). Influence of different content of cheese whey and oligofructose on the properties of fermented lactic beverages: Study using response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*, *42*(5), 993–997. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.12.010>
- Cruz, A. G., Cadena, R. S., Castro, W. F., Esmerino, E. A., Rodrigues, J. B., Gaze, L., ... Bolini, H. M. A. (2013). Consumer perception of probiotic yogurt: Performance of check all that apply (CATA), projective mapping, sorting and intensity scale. *Food Research International*, *54*(1), 601–610. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.07.056>
- Jan, K. N., Panesar, P. S., & Singh, S. (2018). Optimization of antioxidant activity, textural and sensory characteristics of gluten-free cookies made from whole indian quinoa flour. *Lwt*, *93*(December 2017), 573–582. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.013>
- Lecumberri, E., Mateos, R., Izquierdo-Pulido, M., Rupérez, P., Goya, L., & Bravo, L. (2007). Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Food Chemistry*, *104*(3), 948–954. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.12.054>
- Lessa, O. A., Reis, N. dos S., Leite, S. G. F., Gutarra, M. L. E., Souza, A. O., Gualberto, S. A., ... Franco, M. (2018). Effect of the solid state fermentation of cocoa shell on the secondary metabolites, antioxidant activity, and fatty acids. *Food Science and Biotechnology*, *27*(1), 107–113. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0196-x>
- Malenčić, D., Cvejić, J., & Miladinović, J. (2012). Polyphenol Content and Antioxidant Properties of Colored Soybean Seeds from Central Europe. *Journal of Medicinal Food*, *15*(1), 89–95. <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0329>

- Meyners, M., Castura, J. C., & Carr, B. T. (2013). Existing and new approaches for the analysis of CATA data. *Food Quality and Preference*, 30(2), 309–319. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.06.010>
- Meyners, M., Castura, J. C., & Worch, T. (2016). Statistical evaluation of panel repeatability in Check-All-That-Apply questions. *Food Quality and Preference*, 49, 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.12.010>
- Okiyama, D. C. G., Navarro, S. L. B., & Rodrigues, C. E. C. (2017). Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 63, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.007>
- Park, J., Choi, I., & Kim, Y. (2015). Cookies formulated from fresh okara using starch, soy flour and hydroxypropyl methylcellulose have high quality and nutritional value. *LWT - Food Science and Technology*, 63(1), 660–666. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.110>
- Rebello, L. P. G., Ramos, A. M., Pertuzatti, P. B., Barcia, M. T., Castillo-Muñoz, N., & Hermosín-Gutiérrez, I. (2014). Flour of banana (*Musa AAA*) peel as a source of antioxidant phenolic compounds. *Food Research International*, 55, 397–403. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.039>
- Rodríguez-Ambriz, S. L., Islas-Hernández, J. J., Agama-Acevedo, E., Tovar, J., & Bello-Pérez, L. A. (2008). Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *Food Chemistry*, 107(4), 1515–1521. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.007>
- Scheffe, H. (1963). The Simplex-Centroid Design for Experiments with Mixtures. *Journal of the Royal Statistical Society*, 25(2), 235–263.
- Sharma, S., Saxena, D. C., & Riar, C. S. (2016). Nutritional, sensory and in-vitro antioxidant characteristics of gluten free cookies prepared from flour blends of minor millets. *Journal of Cereal Science*, 72, 153–161. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.10.012>
- Silva, T. F., & Conti-Silva, A. C. (2018). Potentiality of gluten-free chocolate cookies with added inulin/oligofructose: Chemical, physical and sensory characterization. *LWT - Food Science and Technology*, 90(December 2017), 172–179. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.031>
- Sulieman, A. A., Zhu, K.-X., Peng, W., Hassan, H. A., Mahdi, A. A., & Zhou, H.-M. (2018). Influence of fermented and unfermented *Agaricus bisporus* polysaccharide flours on the antioxidant and structural properties of composite gluten-free cookies. *Lwt*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.007>
- van Kleef, E., van Trijp, H. C. M., & Luning, P. (2005). Consumer research in the early stages

- of new product development: a critical review of methods and techniques. *Food Quality and Preference*, 16(3), 181–201. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2004.05.012>
- Varela, P., & Ares, G. (2012). Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. *Food Research International*, 48(2), 893–908. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.06.037>
- Vernaza, M. G., Dia, V. P., Gonzalez De Mejia, E., & Chang, Y. K. (2012). Antioxidant and antiinflammatory properties of germinated and hydrolysed Brazilian soybean flours. *Food Chemistry*, 134(4), 2217–2225. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.037>
- Zettel, V., & Hitzmann, B. (2018). Applications of chia (*Salvia hispanica* L.) in food products. *Trends in Food Science & Technology*, 80, 43–50. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.011>