



Universidade Federal  
de Ouro Preto

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

ESCOLA DE NUTRIÇÃO

DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS



JULIA BEATRIZ FIDELIS MEDEIROS

**AVALIAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DE COOKIES DE CHOCOLATE COM A  
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA FARINHA DE TRIGO POR DIFERENTES  
CONCENTRAÇÕES DE FARINHA DE FEIJÃO PRETO**

OURO PRETO

2025

JULIA BEATRIZ FIDELIS MEDEIROS

**AVALIAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DE COOKIES DE CHOCOLATE COM A  
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA FARINHA DE TRIGO POR DIFERENTES  
CONCENTRAÇÕES DE FARINHA DE FEIJÃO PRETO**

Monografia apresentada ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Dra. Patrícia Aparecida Pimenta Pereira

Coorientadora: Ma. Marina Maximiano de O. Santos

OURO PRETO

2025

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M488a Medeiros, Julia Beatriz Fidelis.

Avaliação física e físico-química de cookies de chocolate com a substituição parcial da farinha de trigo por diferentes concentrações de farinha de feijão preto. [manuscrito] / Julia Beatriz Fidelis Medeiros. - 2025.

29 f.: il.: color., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Pereira.

Coorientadora: Ma. Marina Santos.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.  
Escola de Nutrição. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos .

1. Nutrição - Avaliação. 2. Feijão-preto. 3. Produtos novos. 4. Inovações tecnológicas. 5. Alimentos - Aspectos nutricionais. I. Pereira, Patrícia. II. Santos, Marina. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 613.2



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Julia Beatriz Fidelis Medeiros**

### **Avaliação física e físico-química de cookies de chocolate com a substituição parcial da farinha de trigo por diferentes concentrações de farinha de feijão preto**

Monografia apresentada ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Aprovada em 10 de dezembro de 2025

#### Membros da banca

Doutora - Patrícia Aparecida Pimenta Pereira - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto  
Doutoranda - Marina Maximiano de Oliveira Santos - Coorientadora - Universidade Federal de Ouro Preto  
Doutora - Silvia Mendonça Vieira - Universidade Federal de Ouro Preto

Patrícia Aparecida Pimenta Pereira, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 10/12/2025



Documento assinado eletronicamente por **Patrícia Aparecida Pimenta Pereira, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 10/12/2025, às 17:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1029912** e o código CRC **F9FFAFAD**.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer à Deus pelas minhas conquistas dos últimos anos e por me dar forças para sempre seguir em frente mesmo com as adversidades no caminho. Tenho convicção que os meus pais, João Batista e Maria do Carmo, tem total participação em cada uma delas, por me ensinarem a ser forte e resiliente e, principalmente, por nunca permitirem que eu desista dos meus sonhos.

Agradeço à toda minha família, especialmente, aos meus avós maternos, João Fidelis (*In memoriam*) e Maria José Lopes Fidelis (*In memoriam*), por todas as orações e carinho incondicional, à minha avó paterna, Maria Marinha da Conceição Medeiros (*In memoriam*), por ter sido um exemplo real de mulher íntegra e responsável.

À todo o corpo docente do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos por todo o companheirismo e comprometimento nessa linda trajetória. Em especial, à professora Patrícia Aparecida Pimenta Pereira, por todo incentivo, orientação e apoio durante o TCC, Estágio Obrigatório e Iniciação Científica, juntamente com a minha Coorientadora Marina Maximiano de Oliveira Santos. Ao núcleo de estudos Necisen pelas boas experiências e aprendizado intenso.

Aos amigos que fiz durante o curso e que compartilharam comigo momentos incríveis, tornando tudo mais leve. Vocês têm minha eterna gratidão e afeto. Fica registrado a minha imensa alegria e orgulho por alcançar o bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na Instituição de Ensino Superior gratuito e de total qualidade que é a Universidade Federal de Ouro Preto, onde vivi os melhores anos da minha vida!

*"Que seu remédio seja seu alimento, e que seu alimento seja seu remédio"*  
(Hipócrates)

## RESUMO

O feijão preto é uma leguminosa amplamente consumida, especialmente na América Latina, destacando-se pela elevada qualidade nutricional e pelo aporte de proteínas, ferro e vitamina E. Sua farinha, obtida a partir de grãos tratados e triturados, apresenta propriedades funcionais e potencial para agregar valor econômico e nutricional a diferentes produtos. Biscoitos tipo *cookie* possuem ampla aceitação no mercado brasileiro e permitem a incorporação de novos ingredientes, favorecendo o desenvolvimento de produtos com apelo nutricional. Diante disso, o objetivo desse estudo foi desenvolver *cookies* de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de feijão preto e avaliar suas características físicas (altura, peso, diâmetro, espessura, perda de peso, rendimento, taxa de espalhamento, volumes aparente e específico) e físico-químicas (atividade de água e cor). Foram elaboradas quatro formulações (0%, 30%, 50% e 70% de substituição). Os resultados obtidos foram comparados por análise de variância (ANOVA) e teste de média (Tukey) a 5% de significância. A substituição parcial da farinha de trigo por farinha de feijão preto influenciou positivamente as propriedades físicas dos *cookies*, reduzindo a perda de peso e a atividade de água, aumentando o diâmetro e a taxa de espalhamento e conferindo coloração mais escura e menos amarela conforme o nível de substituição. Dessa forma, conclui-se que a substituição da farinha de trigo por até 30% de farinha de feijão preto em *cookies* de chocolate é uma alternativa viável para enriquecer *cookies* de chocolate, contribuindo para a melhoria de seu valor nutricional e potencial de mercado.

**Palavras-chave:** Feijão preto; desenvolvimento de novos produtos; fortificação; propriedades tecnológicas; aspectos nutricionais.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Obtenção da farinha de feijão preto .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Elaboração de <i>cookies</i> de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de feijão preto.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Avaliação físico-química dos <i>cookies</i> de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de feijão preto.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Avaliação física dos <i>cookies</i> de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de feijão preto.....</b>	<b>12</b>
<b>2.5 Delineamento experimental e avaliação dos resultados .....</b>	<b>13</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Avaliação física dos <i>cookies</i> .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Avaliação físico-química dos <i>cookies</i>.....</b>	<b>18</b>
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>22</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como um dos principais produtores de feijão em escala mundial, ocupando a segunda posição no ranking global, atrás apenas da Índia e seguido por Mianmar (FAOSTAT, 2023). O feijoeiro é uma leguminosa do gênero *Phaseolus* e espécie *Phaseolus vulgaris* L. (Mechi *et al.*, 2005). A época de semeadura é de janeiro a março (safrinha ou 2<sup>a</sup> época) e de maio a julho (feijão irrigado ou 3<sup>a</sup> época) e o ciclo de cultura varia de 75 a 95 dias, dependendo da cultivar. Existem diversas cultivares de feijão, como roxo, vermelho e carioca, dentre estas, destaca-se o feijão preto (EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2023). A produção da cultura do feijão (três safras combinadas) no Brasil em 2024 foi estimada em aproximadamente 3,1 milhões de toneladas, representando um crescimento de cerca de 5,7 % em relação ao ano anterior (IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2024).

O feijão preto tem alto valor nutricional e é rico em proteínas (34–42%) (Kim; Shin, 2022), possuindo aminoácido essencial lisina, entretanto, é pobre nos aminoácidos essenciais sulfurados metionina e cisteína (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2000; Mbithi-Mwikya *et al.*, 2000; Pires *et al.*, 2006). Como a composição de aminoácidos das proteínas do feijão preto é semelhante à dos animais, elas são mais facilmente digeridas e absorvidas pelo organismo humano (Zhang *et al.*, 2022). Seu consumo em quantidades de média a alta, ou seja, entre 35 a 45 gramas por dia, está ligado à redução de casos de doenças degenerativas e diminuição de doenças, como diabetes, neoplasias e doenças cardiovasculares (Aguilera; Rivera, 1992; Rocha-Guzmán *et al.*, 2007; Machado *et al.*, 2008). Ainda, associado a outros alimentos, auxilia na diminuição de casos de anemia, devido a seu alto teor de ferro (Pires *et al.*, 2005; Ribeiro *et al.*, 2008). De acordo com a *World Health Organization* (WHO, 2001), homens com mais de 19 anos necessitam de 8 mg/dia de ferro; mulheres, dos 19 aos 50 anos, de 18 mg/dia, e a partir de 51 anos, de 8 mg/dia.

Ainda, o feijão preto é rico em vitaminas (Xue *et al.*, 2016), polissacarídeos (Liu *et al.*, 2022), polifenóis (Fonseca-Hernández *et al.*, 2021), lipídios (Xiao *et al.*, 2021), minerais e outros elementos (Kaur *et al.*, 2017). A maioria dos lipídios presentes em sua composição são ácidos graxos insaturados, que são digeridos e absorvidos sem dificuldades para atender às necessidades diárias do corpo e regular os níveis de colesterol na corrente sanguínea (Xiao *et al.*, 2021). Além disso, seu teor de vitamina E é muito maior do que em outras leguminosas, além de possuir propriedades antioxidantes importantes que podem prevenir doenças relacionadas ao envelhecimento e aumentar a imunidade (Tobias, 2019).

Entretanto, a presença de antinutrientes como inibidores de protease, lectinas, ácido fítico e oxidases lipídicas pode reduzir a biodisponibilidade de nutrientes, especialmente minerais (Proll et al., 1998; Thakur et al., 2019). Estratégias tecnológicas, como fervura e maceração, tornam-se essenciais para minimizar tais compostos. A fervura reduz fatores antinutricionais (Batista et al., 2010) e promove a formação de melanoidinas pela reação de Maillard, aumentando o teor de compostos fenólicos livres e a capacidade antioxidante (Gan et al., 2016). A maceração, por sua vez, diminui o teor de fitatos, elevando a digestibilidade proteica e tornando-se etapa determinante para produção de farinhas (Cabral et al., 2006).

Nesse contexto, Gomes (2024) demonstrou que farinhas de feijão preto obtidas por diferentes tratamentos térmicos apresentaram maior bioacessibilidade *in vitro* de ferro em comparação à farinha de feijão carioca, reforçando o potencial do feijão preto como ingrediente funcional e nutricionalmente relevante.

Na etapa subsequente ao tratamento térmico, a secagem é empregada como técnica tradicional de preservação, reduzindo a atividade microbiana e enzimática, além do volume do material, o que facilita sua incorporação em massas (Macedo et al., 2017). Quando realizada adequadamente, contribui ainda para a redução de antinutrientes termossensíveis, como lectinas e inibidores de protease (Oliveira et al., 1999), potencializando o efeito combinado com maceração e cocção.

Nesse cenário, a substituição total ou parcial da farinha de trigo por farinha de feijão preto surge como alternativa promissora, melhorando o valor nutricional das formulações, com impactos positivos sobre a textura e o processamento de massas (Schmiele et al., 2013). Dentre os produtos panificados, os biscoitos destacam-se por sua versatilidade e capacidade de incorporação de ingredientes e bioativos sem comprometer as propriedades tecnológicas (Mareti et al., 2010). Segundo a RDC nº 263/2005, biscoito é o produto obtido a partir da mistura de farinha, fécula ou amido com outros ingredientes, submetido ou não à fermentação (BRASIL, 2005), sendo os *cookies* caracterizados por elevado teor de açúcar e lipídios e baixa umidade (1–5%) (Gökmen et al., 2008; Pareyt et al., 2009).

Dessa forma, objetivou-se avaliar as características físicas e físico-químicas de *cookies* de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo por diferentes concentrações de farinha de feijão preto.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial e na Planta Piloto de Produtos Amiláceos da Escola de Nutrição (ENUT), na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), onde a farinha de feijão preto e os *cookies* foram preparados e analisados.

### 2.1 Obtenção da farinha de feijão preto

Para a elaboração da farinha de feijão preto utilizou-se feijão comum preto (Tipuá® tipo 1), conforme a metodologia proposta por Frota *et al.* (2010), com modificações. As concentrações de farinha de feijão preto foram definidas conforme trabalho de Gomes (2024).

Primeiro, os grãos de feijão preto foram retirados da embalagem e as impurezas como pedras e detritos foram removidas. Em seguida, foram pesados e lavados em água corrente para eliminar quaisquer sujidades. Posteriormente, o feijão preto foi colocado de molho em uma proporção feijão: água 1:3 (p/v) por 1 hora à temperatura ambiente. Em seguida, foi realizada a secagem em forno industrial (Venâncio ®, modelo, Santa Catarina, Brasil) a 200 °C por 30 minutos e Trituração em liquidificador (Oster®, modelo, Santa Catarina, Brasil) por aproximadamente 5 minutos para obtenção da farinha. Esta farinha foi peneirada em uma peneira com *mesh* entre 20 e 24, conforme Figura 1.

**Figura 1** - Farinha de feijão preto obtida para o presente estudo.



Fonte: Autoria própria

## 2.2 Elaboração de *cookies* de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de feijão preto

Na Tabela 1, estão descritas as quatro formulações de *cookies* de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de feijão preto.

**Tabela 1** - Formulação do *cookie* de chocolate elaborado com diferentes concentrações de farinha de feijão preto

Ingredientes (%)	Formulações (%)			
	0	30	50	70
Farinha de trigo	37,67	26,37	18,83	11,30
Farinha de feijão	-	11,30	18,83	26,37
Manteiga sem sal	10,46	10,46	10,46	10,46
Chocolate ao leite	15,70	15,70	15,70	15,70
Açúcar mascavo	25,11	25,11	25,11	25,11
Ovos	10,46	10,46	10,46	10,46
Fermento em pó	0,31	0,31	0,31	0,31
Extrato de Baunilha	0,29	0,29	0,29	0,29

Fonte: Autoria própria

Para elaboração dos *cookies*, utilizou-se a farinha de feijão preto elaborada no item 2.1, farinha de trigo (Anchieta®), manteiga sem sal (Itambé®), açúcar mascavo (Nayná®), gotas de chocolate ao leite forneável (Harald®), chocolate ao leite (Selecta®), essência de baunilha (Cepera®) e fermento químico (Dr. Oetker®). Os *cookies* foram elaborados segundo metodologia de Clerici *et al.* (2013), com modificações.

Primeiro, as farinhas de trigo e de feijão preto foram adicionadas em um recipiente de alumínio e a manteiga incorporada com as pontas dos dedos até obter uma textura de farofa úmida. Em seguida, foram adicionados os ovos, o açúcar, o fermento e o extrato de baunilha, misturando novamente até obter uma mistura homogênea. O chocolate meio amargo foi dividido em pedaços menores e incorporados à massa.

Por conseguinte, a massa foi dividida em porções de 35 g e foram adicionadas gotas de chocolate para finalizar. Após esse processo, os *cookies* foram refrigerados por um período de 120 minutos. Posteriormente, os *cookies* foram assados em um forno pré-aquecido a 180°C por aproximadamente 25 minutos e resfriados em temperatura ambiente.

### **2.3 Avaliação físico-química dos *cookies* de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de feijão preto**

A atividade de água (Aw) dos biscoitos foi determinada em medidor eletrônico digital (Raesung®, modelo WA-60A, China), operando a  $25,0 \pm 0,3$  °C. Aproximadamente 2 g de amostra foram fragmentados e distribuídos de forma uniforme na placa de leitura, sendo posteriormente acondicionados na câmara do equipamento. A leitura foi registrada após o equilíbrio higroscópico do sistema, indicando estabilização do sinal conforme procedimento descrito por Ho e Abdul Latif (2016).

A análise de cor foi determinada de acordo com Gennadios *et al.* (1996). Os valores de L\* (que varia de 0 [preto] a 100 [branco]), a\*(variação de verde a vermelho, de -60 a +60, respectivamente) e b\* (variação de azul a amarelo correspondente a -60 a +60, respectivamente) foram determinados em colorímetro Konica Minolta modelo CR 400, trabalhando com D65 (luz do dia) e utilizando-se os padrões CIELab. Para identificação da diferença de cor ( $\Delta E$ ) utilizou-se a metodologia descrita por Majzoobi *et al.* (2019), por meio da Equação 1:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (1)$$

Onde:

$\Delta L = L_p$  (luminosidade do cookie padrão) –  $L_f$  (luminosidade da formulação);

$\Delta a = a_p$  (valor de a\* do cookie padrão) –  $a_f$  (valor de a\* da formulação);

$\Delta b = b_p$  (valor de b\* do cookie padrão) –  $b_f$  (valor de b\* da formulação).

### **2.4 Avaliação física dos *cookies* de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de feijão preto**

A altura, o diâmetro e a espessura dos biscoitos, foram determinados com auxílio de paquímetro (Digimess® modelo 100.020, São Paulo, Brasil) expressos em milímetros, antes e depois do forneamento (Pizzinatto; Campagnolli, 1993).

O peso da massa dos *cookies*, de cada uma das quatro formulações, foi obtido em balança semi-analítica antes e após o cozimento, conforme o método descrito por Assis *et al.* (2009), com o resultado expresso em gramas. A perda de peso foi determinada pela diferença entre os pesos antes e depois do cozimento (Hércules *et al.*, 2024).

O rendimento dos *cookies* foi calculado utilizando a relação entre o peso do produto

após o forneamento e o peso da massa antes do forneamento, expressa em porcentagem (AACC - American Association of Cereal Chemists, 1995). Esse parâmetro permite avaliar a eficiência do processo térmico e a retenção de massa, especialmente associada à perda de umidade durante o cozimento. O cálculo foi realizado de acordo com a Equação 2:

$$\text{Rendimento (\%)} = (\text{Peso após o assamento (g)} / \text{Peso antes do assamento (g)}) \times 100 \quad (2)$$

A taxa de espalhamento foi calculada de acordo com o método descrito por Wang *et al.* (1997), dividindo o diâmetro pela altura dos *cookies* antes e depois do forneamento.

A análise de volume aparente foi determinada pelo método do painço (Pizzinato; Campagnolli, 1993). Em uma proveta graduada, adicionou-se grãos de painço e o volume inicial foi anotado em ml. Posteriormente, o *cookie* foi inserido na proveta deixando-os totalmente submersos. Em seguida, foi anotado o volume final de painço. O volume aparente foi calculado de acordo com a Equação 3:

$$\text{Volume Aparente do Cookie} = \text{Volume Final} - \text{Volume Inicial} \quad (3)$$

O volume específico foi determinado pela divisão do volume aparente pelo peso, segundo Pizzinatto e Campagnolli (1993).

## **2.5 Delineamento experimental e avaliação dos resultados**

No trabalho, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), sendo que as formulações consistiram nas substituições, em porcentagem, da farinha de trigo por farinha de feijão preto (0, 30, 50 e 70%). Para avaliar os parâmetros físicos e físico-químicos antes e depois de assar dos *cookies*, foi realizada análise de variância (ANOVA) e teste de médias (Tukey) a 5% de significância em software Sisvar (Ferreira, 2014).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Avaliação física dos *cookies*

Os *cookies* foram elaborados com diferentes concentrações de farinha de feijão, sendo os resultados de sua avaliação física demonstrados na Tabela 2.

**Tabela 2** - Parâmetros físicos antes e depois de assar dos *cookies* de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de feijão preto.

Parâmetros físicos	Formulações (%)			
	0	30	50	70
Altura antes de assar (mm)	31,54 ± 0,89 b	32,56 ± 0,70 b	35,16 ± 0,57 a	34,62 ± 0,26 a
Altura após assar (mm)	52,00 ± 0,53 d	56,07 ± 0,84 c	68,50 ± 0,92 a	60,33 ± 0,82 b
Peso antes de assar (g)	35,04 ± 0,02 a	35,13 ± 0,04 a	35,20 ± 0,17 a	35,11 ± 0,02 a
Peso após assar (g)	33,77 ± 0,12 a	33,88 ± 0,67 a	33,69 ± 0,33 a	32,73 ± 0,21 b
Diâmetro antes de assar (mm)	30,92 ± 0,59 c	32,28 ± 0,82 b	34,54 ± 0,59 a	34,08 ± 0,33 a
Diâmetro após assar (mm)	51,33 ± 0,35 c	57,85 ± 1,68 b	67,93 ± 0,91 a	59,80 ± 0,86 b
Espessura antes de assar (mm)	33,02 ± 0,70 a	30,28 ± 0,80 b	30,70 ± 0,90 b	30,08 ± 0,10 b
Espessura após assar (mm)	25,17 ± 0,55 a	21,73 ± 1,08 b	17,56 ± 0,86 d	19,84 ± 0,30 c
Perda de peso (%)	1,27 ± 0,13 b	1,25 ± 0,65 b	1,52 ± 0,38 b	2,37 ± 0,22 a
Rendimento (%)	96,37 ± 0,37 a	96,44 ± 1,85 a	95,69 ± 1,07 a	93,24 ± 0,64 b
Taxa de espalhamento	0,99 ± 0,01 b	1,03 ± 0,04 a	0,99 ± 0,00 b	0,99 ± 0,01 b
Volume aparente (mL)	80,00 ± 0,00 a	80,00 ± 0,00 a	80,00 ± 0,00 a	80,00 ± 0,00 a
Volume específico (mL/g)	2,37 ± 0,01 a	2,36 ± 0,07 a	2,37 ± 0,03 a	2,44 ± 0,02 a

Nota: n=5. Média ± desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5 % de significância.

Fonte: Elaborado pela autora.

A altura é um parâmetro importante para produção industrial de biscoitos, e de acordo com Mauro *et al.* (2010) este achado é positivo, pois permite a elaboração de um produto com maior espessura quando comparado a amostra padrão. Para a altura pré-forneamento, observou-se que as formulações com 50% e 70% de farinha de feijão preto apresentaram maior altura (Tabela 2).

Para a altura após forneamento encontrou-se diferenças estatísticas ( $p \leq 0,05$ ) entre todas as formulações. A formulação com 50% de farinha de feijão preto obteve resultado superior em relação às demais. Esse comportamento pode estar relacionado às características físico-químicas da farinha de feijão, especialmente a sua elevada capacidade de absorção e retenção de água, uma vez que as proteínas, fibras e o amido presentes no feijão possuem grupos funcionais capazes de estabelecer múltiplas ligações de hidrogênio com moléculas de água, aumentando a hidratação da massa e contribuindo para uma estrutura mais expandida durante o forneamento,

enquanto o glúten da farinha de trigo mantém a capacidade de retenção de gases, resulta em maior expansão vertical e, consequentemente, maior altura final (Damodaram; Parkin, 2017; Wong *et al.*, 2019). Logo, houve o favorecimento da incorporação de ar na massa e a distribuição uniforme das bolhas de ar, permitindo a manutenção das bolhas de ar e a expansão do produto durante o forneamento (Jia *et al.*, 2014; Khorasani *et al.*, 2020).

O peso médio dos biscoitos após o processo de forneamento não apresentou diferenças significativas entre as formulações de 0%, 30% e 50% de farinha de feijão preto, com uma perda de cerca entre 1,27 g e 1,52 g em relação ao peso inicial (Tabela 2). Esses resultados estão em concordância com os encontrados por Fasolin *et al.* (2007), que relataram uma perda de aproximadamente 1,5 g em *cookies* de farinha de banana. De acordo com os autores, a perda de massa é esperada, pois o forneamento resulta na eliminação da água livre do produto. Apenas a formulação com 70% de farinha de feijão preto apresentou diferença significativa entre as outras formulações por apresentar maior perda de peso com o valor total de 2,37 g. De acordo com Ferreira *et al.* (2020) um alto percentual da perda de peso é decorrente da menor retenção de água que afeta o rendimento do produto, tendo influenciado os valores obtidos de perda de peso durante o forneamento.

Sobre o diâmetro antes do forneamento dos biscoitos, foi possível verificar um aumento significativo em todas as formulações de *cookies*, em especial as de 50% e 70% de farinha de feijão ( $p > 0,05$ ). Ao contrário do que foi encontrado no trabalho de Mishra e Chandra (2012) que observaram tendência de diminuição na largura e fator de expansão com o aumento de farinha de soja e farelo de arroz em biscoitos. Conforme Moraes *et al.* (2010), o aumento do diâmetro do biscoito após o forneamento é atribuído ao baixo conteúdo de glúten e força da farinha de trigo mole, que forma um filme frágil ao invés de rede viscoelástica. De acordo com o trabalho de Ho e Abdul Latif (2016), verificou-se que a substituição da farinha de trigo por farinha da casca de pitaya aumentou o diâmetro dos biscoitos e, consequentemente, a razão de espalhamento, sem alterar significativamente a espessura ou a perda de peso durante o forneamento. Essa maior propagação pode estar relacionada à diluição do glúten da farinha de trigo e à menor capacidade de retenção de água da farinha da casca de pitaya, o que influencia a viscosidade da massa e favorece a expansão durante o processo de forneamento.

No presente estudo, verificou-se que os *cookies* controle (0% de substituição) apresentou menor diâmetro e maior espessura tanto antes quanto após assar (Tabela 3). Esses achados estão em consonância com os resultados descritos por Leon *et al.* (1996) e Ho e Abdul Latif (2016), que apontam uma correlação inversa entre o diâmetro do biscoito e seu teor de proteínas. O glúten presente na farinha de trigo é fundamental para formar, durante o

aquecimento da massa, uma estrutura semelhante a uma teia, responsável pela expansão irreversível do produto (Leon *et al.*, 1996). Além disso, segundo Miller e Hoseney (1997), o teor de proteína influencia a viscosidade da massa, uma vez que a presença de uma rede contínua de glúten aumenta a viscosidade e reduz o fluxo da massa durante o forneamento. Dessa forma, a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de feijão preto reduziu a quantidade de glúten, diminuindo a viscosidade e favorecendo uma maior taxa de espalhamento (Ho; Abdul Latif, 2016). Como consequência, os *cookies* apresentaram maior diâmetro e menor espessura.

A análise da espessura antes do forneamento mostrou diferença significativa entre as formulações com substituição da farinha de trigo por farinha de feijão preto e a formulação controle. O tratamento controle (33,02) apresentou maior espessura inicial, enquanto as formulações com substituição apresentaram valores menores, variando de 30,08 a 30,70 mm, não diferindo significativamente entre si. Essa redução pode estar relacionada à menor capacidade de absorção de água e à alteração na formação da rede de glúten, uma vez que a diminuição da proteína do trigo, causada pela substituição pela farinha de feijão, tende a reduzir a retenção de umidade e, consequentemente, a viscosidade da massa (Gómez *et al.*, 2003).

Após o forneamento a análise da espessura dos biscoitos revelou diferenças significativas entre as formulações, com os valores variando de 17,56 a 25,17 mm. A maior espessura observada na formulação controle está associada à formação de uma rede de glúten mais robusta, que possui maior capacidade de retenção de água, e de acordo com Pomeranz (2012), a interação entre as proteínas do glúten (gliadinas e gluteninas) forma uma estrutura viscoelástica que aprisiona o gás produzido durante a fermentação permitindo a expansão da massa, sendo fundamental para o aumento do volume e da espessura do produto final durante o forneamento. Em contrapartida, as formulações com substituição de farinha apresentaram menor espessura, o que pode ser explicado por Ho e Abdul Latif (2016), que destacam como a composição da farinha influencia a elasticidade da massa, visto que ingredientes ricos em fibras competem pela água, interferindo na hidratação da matriz e resultando em massas menos espessas. Portanto, a redução da espessura nas amostras com substituição reflete as alterações na estrutura proteica e na capacidade de absorção de água dos *cookies*, o que compromete a expansão da massa durante o assamento.

O rendimento no processamento de alimentos é de suma importância e é necessário ter um planejamento do que se deseja realizar e alcançar ao final, para que diminua as possibilidades de desperdício ou perdas dos produtos (Ornellas, 2001). Os valores de rendimento dos *cookies* variaram entre 93,24% e 96,44%, apresentando diferença

estatisticamente significativa apenas entre a formulação com maior substituição de farinha de trigo por farinha de feijão preto (93,24%) e as demais ( $p \leq 0,05$ ). Em produtos com elevado conteúdo de fibras, observa-se geralmente uma redução no rendimento final em comparação ao biscoito controle elaborado com maior quantidade de farinha de trigo, tal comportamento está associado à elevada capacidade de absorção de água das fibras, que aumenta a viscosidade da massa e favorece a perda de umidade durante o forneamento, comprometendo o rendimento do produto (Gómez *et al.*, 2003). Em contrapartida, as demais formulações, incluindo o controle, não apresentaram diferenças significativas entre si, indicando que níveis moderados de adição de farinha de feijão preto não afetam de forma relevante o rendimento final do produto. Da mesma forma, Fasolin *et al.* (2007), ao estudar o rendimento de *cookies* com farinha de banana encontraram resultados entre 80 e 84%, demonstrando valores inferiores de rendimento encontrados no presente estudo.

A taxa de espalhamento é uma medida de qualidade do *cookie* (Mudgil *et al.*, 2017). Para biscoitos melhores, é desejável uma razão de espalhamento maior (Barak *et al.*, 2013). Observou-se que a taxa de espalhamento foi maior na formulação de 30% ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 2). Este comportamento viscoelástico é oriundo do efeito sinérgico entre a propriedade elástica dos macrocomponentes compostos pelas proteínas e pelas fibras alimentares e da propriedade viscosa dos líquidos presentes na formulação (Pathaw *et al.*, 2021). Baseado em uma abordagem experimental usando misturas de glúten e amido, Pareyt *et al.* (2009) concluíram que a maior capacidade de agregação das proteínas do glúten interfere na viscosidade da massa, levando à diminuição na expansão dos biscoitos, e consequentemente, redução no diâmetro, comportamento indesejado de qualidade.

O volume aparente dos *cookies* não apresentou diferença estatística entre as formulações ( $p > 0,05$ ). Resultado semelhante foi observado por Hércules *et al.* (2024), ao avaliarem o uso de proteínas lácteas como substituintes do açúcar em *cookies*, não sendo verificadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, independentemente da presença ou do tipo de proteína adicionada. Dessa forma, é possível inferir que a inclusão de outros componentes na massa (como farinha integral, proteínas ou grãos) não exerceu influência expressiva sobre esse parâmetro físico, sugerindo que o volume aparente é pouco sensível às variações de composição nas proporções utilizadas.

A determinação do volume específico torna-se importante, pois permite averiguar a capacidade da farinha em expandir-se e reter o gás no interior da massa durante o forneamento (do Evangelho *et al.*, 2012; Borsuk *et al.*, 2021). Os valores de volume específico (variando de 2,36 a 2,44 mL/g) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre as

formulações, evidenciando que a substituição da farinha não prejudicou a capacidade da massa de expandir-se e reter os gases formados durante o forneamento. Segundo do Evangelho *et al.* (2012) e Borsuk *et al.* (2021), esse parâmetro está relacionado diretamente à qualidade tecnológica do produto, e a estabilidade observada nos resultados sugere que as modificações realizadas nas formulações não afetaram de maneira negativa a estrutura e a textura final dos *cookies*. Samohvalova *et al.* (2016), ao determinarem o volume específico da farinha de uva concentrada de 0,00% a 20,00% em biscoitos amanteigados, encontraram dados entre 1,65 e 1,78 mL g<sup>-1</sup>. Estes resultados estão abaixo dos encontrados neste trabalho.

### 3.2 Avaliação físico-química dos *cookies*

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados físico-químicos dos *cookies* de chocolate elaborados com diferentes concentrações de farinha de feijão preto.

**Tabela 3** - Parâmetros físico-químicos antes e depois de assar dos *cookies* de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de feijão preto.

<b>Parâmetros físico-químicos</b>	<b>Formulações (%)</b>			
	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>70</b>
Atividade de água	0,69 ± 0,05 a	0,59 ± 0,00 b	0,54 ± 0,01 b	0,54 ± 0,02 b
Luminosidade (L*)	17,48 ± 0,50 b	19,52 ± 0,36 a	11,10 ± 0,32 d	15,90 ± 0,49 c
a*	6,50 ± 0,31 b	7,10 ± 0,32 ab	8,00 ± 1,18 a	7,20 ± 0,49 ab
b*	18,72 ± 0,65 a	15,48 ± 2,23 b	15,90 ± 0,55 b	12,70 ± 0,94 c
ΔE	0,00 ± 0,00 d	3,50 ± 0,54 c	7,23 ± 0,33 a	6,31 ± 0,80 b

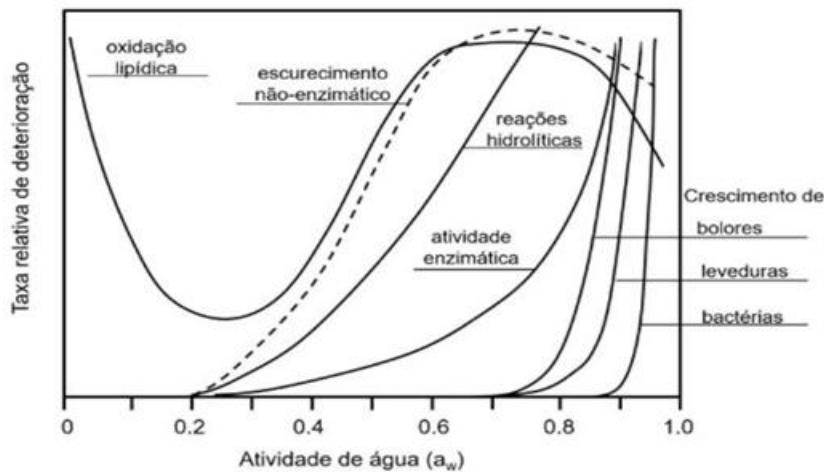
Nota: n=3. Média ± desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5 % de significância.

Fonte: Elaborado pela autora.

Quando se trata de biscoitos, a principal característica esperada é a baixa atividade de água, devendo essa ser inferior a 0,6 (Clerici *et al.*, 2013). Logo, os resultados obtidos mostraram-se satisfatórios, pois a atividade de água dos *cookies* com teores de substituição de 30%, 50% e 70% de farinha de trigo por farinha de feijão preto não ultrapassou o valor de 0,6, indicando que os biscoitos terão uma maior vida útil comparados ao *cookie* controle, no que se refere a água disponível para as reações químicas, físicas e biológicas, conforme observado na Figura 2. Apenas a formulação controle ficou acima desse valor ideal, demonstrando que é um produto mais susceptível à deterioração. Segundo Ho e Abdul Latif (2016), a redução atividade de água (Aw), pode contribuir para maior estabilidade microbiológica e aumento da vida útil

dos produtos.

**Figura 2** – Reações de deterioração nos alimentos em relação à atividade de água



Fonte: Labuza (1980).

A cor é um dos principais fatores que impacta a qualidade e aceitação de biscoitos (Baumgartner *et al.*, 2018). Esse atributo é principalmente resultante da reação de Maillard, que ocorre devido à alta temperatura durante o processo de forneamento (Laguna *et al.*, 2011). Além disso, a cor dos biscoitos pode ser influenciada pela presença de compostos naturalmente pigmentados (como fenólicos, taninos e antocianinas) presentes na farinha de feijão preto, os quais contribuem para tonalidades mais escuras no produto final, uma vez que, tais pigmentos podem modificar a resposta térmica da matriz durante o forneamento e intensificar o escurecimento, tanto pela amplificação da reação de Maillard quanto pela participação em reações complementares, como a caramelização, resultando em maior desenvolvimento de cor ao longo do tratamento térmico (Hadiyanto *et al.*, 2007; Sudha *et al.*, 2007).

Em relação ao parâmetro de cor L\* (luminosidade) verificou-se que os valores ficaram entre 11,10 e 19,52 (Tabela 3), sendo que houve diferenças em relação a todas as formulações. Observou-se que à medida que a quantidade de farinha de feijão preto aumentou, a luminosidade (L\*) diminuiu, ou seja, os *cookies* tornaram-se mais escuros, como mostra a Figura 3. De acordo com Xu e Chang (2007), a farinha de feijão preto é rica em antocianinas que apresenta coloração naturalmente escura e durante o forneamento, sofre degradação térmica e reações de oxidação, intensificando a coloração marrom-escura do produto final.

A coordenada de cromaticidade a\*, variação de verde a vermelho correspondente a -60 a +60, respectivamente (Gennadios *et al.*, 1996), evidenciou diferenças significativas entre as formulações. A amostra controle (0% de substituição) apresentou o menor valor (6,50),

enquanto a formulação com 50% de adição de farinha de feijão preto atingiu o valor mais elevado (8,00), diferindo significativamente do controle ( $p \leq 0,05$ ). Essa variação pode ser atribuída à presença de pigmentos fenólicos, como antocianinas e flavonoides, naturalmente presentes no tegumento do feijão preto, que durante o forneamento sofrem degradação térmica e oxidação, resultando em subprodutos com coloração marrom mais intensa (Xu; Chang, 2007). Além disso, a maior disponibilidade de proteínas e açúcares redutores na farinha de feijão preto intensifica as reações de Maillard, favorecendo a formação de compostos melanoidínicos que, além de contribuir para o escurecimento, podem acentuar matizes avermelhados no produto final (Martins *et al.*, 2001; Chia; Chong, 2015).

Em relação à coordenada de cromaticidade  $b^*$  (variação de azul a amarelo correspondente a -60 a +60, respectivamente), observou-se que a amostra controle apresentou o maior valor (18,72), evidenciando coloração mais amarelada, enquanto a formulação com maior teor de farinha de feijão preto registrou o menor valor (12,70), diferindo estatisticamente de todas as demais ( $p \leq 0,05$ ). O aumento de  $b^*$  ocorre com a incorporação de farinha de trigo e atribuíram os achados à degradação de compostos durante o forneamento dos *cookies* tornando-os mais amarelados (Chia; Chong, 2015).

As diferenças de cor ( $\Delta E$ ) perceptíveis pelo olho humano, podem ser categorizadas em muito distintas ( $\Delta E > 3,0$ ), distintas ( $\Delta E$  de 1,5 a 3) e pouco distintas ( $\Delta E < 1,5$ ) (Tiwari *et al.*, 2008). Portanto, as cores de todas as formulações, exceto o biscoito controle (0% de farinha de feijão preto), apresentam diferenças significativas de cor que podem ser observados a olho nu, sendo que os biscoitos que mais diferenciaram foram elaborados com maior quantidade de farinha de feijão preto.

**Figura 3 – Avaliação visual dos *cookies* de chocolate com diferentes concentrações da farinha de feijão preto**



Fonte: Autoria própria.

## 4 CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que biscoitos produzidos com farinha de feijão preto mostraram viabilidade tecnológica como substituto parcial da farinha de trigo na produção de *cookies* de chocolate, sem prejudicar suas características físicas e físico-químicas, desde que adicionada em proporções moderadas. A substituição parcial da farinha de trigo promoveu alterações significativas nos parâmetros físicos dos *cookies*. Observou-se que níveis intermediários de substituição (30% e 50%) resultaram em maior altura e diâmetro após o forneamento, indicando melhor expansão da massa, enquanto a formulação com 70% apresentou maior perda de peso e menor rendimento, evidenciando limitações tecnológicas em substituições elevadas. O volume aparente e o volume específico permaneceram estáveis entre as formulações, mostrando que a densidade final não foi comprometida. Em relação aos parâmetros físico-químicos, o valor da atividade de água é reduzido quando há maior concentração de farinha de feijão preto, proporcionando uma maior vida útil e controle microbiológico dos *cookies*. As características de cor dos biscoitos com substituição da farinha de trigo por diferentes níveis de farinha de feijão preto fazem com que os *cookies* de chocolate se tornem mais escuros e menos amarelos.

Logo, a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de feijão preto em *cookies* de chocolate é eficaz para obter vantagens tecnológicas e nutricionais.

## REFERÊNCIAS

AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods.** 9th ed. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1995.

AGUILERA, José M.; RIVERA, R. Hard-to-cook defect in black beans: hardening rates, water imbibition and multiple mechanism hypothesis. **Food Research International**, United Kingdom, v. 25, n. 2, p. 101-108, 1992.

ASSIS, Letícia Marques de; ZAVAREZE, Elessandra da Rosa; RADÜNZ, André Luiz; DIAS, Álvaro Renato Guerra; GUTKOSKI, Luiz Carlos; ELIAS, Moacir Cardoso. Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 15-24, set. 2009.

BARAK, Sheweta; MUDGIL, Deepak; KHATKAR, B. S. Effect of composition of gluten proteins and dough rheological properties on the *cookie*-making quality. **British Food Journal**, United Kingdom, v. 115, p. 564-574, May 2013.

BATISTA, Karla A.; PRUDÊNCIO, Sandra H.; FERNANDES, Kátia F. Changes in the functional properties and antinutritional factors of extruded hard-to-cook common beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) **Journal of Food Science**, United States, v. 75, n. 3, p. C286-C290, Apr. 2010.

BAUMGARTNER, B.; ÖZKAYA, B.; SAKA, I.; ÖZKAYA, H. Functional and physical properties of *cookies* enriched with dephytinized oat bran. **Journal Cereal Science**, United States, v. 80, p. 24-30, Mar. 2018.

BORSUK, Yulia; BOURRÉ, Lindsay; McMILLIN, Kasia; SOPIWNYK, Elaine; JONES, Stuart; DYCK, Adam; MALCOLMSON, Linda Impact of Ferment Processing Parameters on the Quality of White Pan Bread. **Applied Sciences**, Switzerland, v. 11, n. 21, 10203, Oct. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resolução. RDC n° 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento técnico produtos cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2005.

CABRALES, L.; NIU, Y. X.; BURIAK, P.; ECKHOFF, S. R. Effect of Laboratory Batch Steeping pH on Starch Yield and Pasting Properties of Selected Corn Hybrids. **Cereal Chemistry**, United States, v. 83, n. 1, p. 22-24, Jan. 2006.

CHIA, Siew Lian; CHONG, Gun Hean. Effect of drum drying on physico-chemical characteristics of dragon fruit peel (*Hylocereus polyrhizus*). **International Journal of Food Engineering**, Germany, v. 11, p. 285–293, Feb. 2015.

CLERICI, Maria Teresa Pedrosa Silva; OLIVEIRA, Maísa Estefânia; NABESHIMA, Elizabeth Harumi. Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipo *cookies* elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 139-146, jun. 2013.

COMINELLI, Eleonora; SPARVOLI, Francesca; LISCIANI, Silvia; FORTI, Chiara; CAMILLI, Emanuella; FERRARI, Marika; DONNE, Cinzia Le; MARCONI, Stefania; VORSTER, Barend Juan; BOTHA, Anna-Maria *et al.* Antinutritional factors, nutritional improvement, and future food use of common beans: A perspective. **Frontiers in Plant Science**, Switzerland, v. 13, 992169, Aug. 2022.

DAMODARAM, Srinivasan; PARKIN, Kirk L. **Fennema's Food Chemistry**. 5th ed. Florida: CRC Press, 2017.

DO EVANGELHO, Jarine Amaral; PINTO, Vania Zanella; ZAVAREZE, Elessandra da Rosa; VANIER, Nathan Levien; DIAS, Álvaro Renato Guerra; BARBOSA, Letícia. Propriedades tecnológicas e nutricionais de pães preparados com diferentes proporções de farinha de arroz e farinha de arroz extrusada. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 18, n. 4, p. 264-282, dez. 2012.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Catálogo de Cultivares de Feijão Comum**. 5<sup>a</sup>. Ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2023. Disponível em:  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1153237/1/catalogo-CULTIVARES-FEIJAO-web-2023-vr-final.pdf>. Acesso em: 12 ago 2025.

FASOLIN, Luiz Henrique; ALMEIDA, Glalber Cândido de; CASTANHO, Paulo Sérgio; NETTO-OLIVEIRA, Edna Regina. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 524-529, jul.-set. 2007.

FAOSTAT. **Production quantities of beans**. 2023. Disponível em:  
<https://www.fao.org/faostat>. Acesso em: 12 abr. 2025.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, Apr. 2014.

FERREIRA, Felipe Joseph Nascimento; ALVES, Renata de Araujo; SOUSA, Antonia Mayara Brilhante de; ABREU, Virgínia Kelly Gonçalves; FIRMINO, Francineide; LEMOS, Tatiana de Oliveira; PEREIRA, Ana Lúcia Fernandes. Características físico-químicas e sensoriais de *cookies* sem glúten contendo farinha de linhaça e enriquecido com fibras. **Research, Society and Development**, [s.l], v. 9, n. 7, p. e565974474-e565974474, maio 2020.

FONSECA-HERNANDÉZ, David; LUGO-CERVANTES, Eugenia Del Carmen; ESCOBEDO-REYES, Antonio; MOJICA, Luis. Black Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Polyphenolic Extract Exerts Antioxidant and Antiaging Potential. **Molecules**, Switzerland, v. 26, n. 21, p. 6761, Nov. 2021.

FROTA, Karoline de Macêdo Gonçalves; MORGANO, Marcelo Antônio; SILVA, Marta Gomes; ARAÚJO, Marcos Antonio da Mota; MOREIRA-ARAÚJO, Regilda Saraiva dos Reis. Utilization of cowpea flour in the development of bakery products. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 30, p. 44-50, May 2010.

GAN, Ren-You; WANG, Ming-Fu; LUI, Wing-Yee; WU, Kao; CORKE, Harold. Dynamic changes in phytochemical composition and antioxidant capacity in green and black mung bean (*Vigna radiata*) sprouts. **International Journal of Food Science and Technology**, United Kingdom, v. 51, n. 9, p. 2090-2098, Aug. 2016.

GENNADIOS, A.; WELLER, C. L.; HANNA, M. A.; FRONING, G. W. Mechanical and barrier properties of egg albumen films. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, p. 585-589, 1996.

GÖKMEN, Vural; SERPEN, Arda; ACAR, Ozge Cetinkaya; MORALES, Francisco J. Significance of furosine as heat-induced marker in *cookies*. **Journal of Cereal Science**, United States, v. 48, n. 3, p. 843-847, Nov. 2008.

GOMES, Bruna Letícia Oliveira. **Desenvolvimento de cookies de chocolates elaborados com diferentes concentrações de farinha de feijão preto e avaliação de sua aceitabilidade por crianças com transtorno do espectro do autismo**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2024.

GÓMEZ, Manuel; RONDA, Felicidad; BLANCO, Carlos A.; CABALLERO, Pedro A.; APESTEGUÍA, Arancha. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. **European Food Research and Technology**, Germany, v. 216, n. 1, p. 51–56, Jan. 2003.

GUZMÁN-MALDONADO, Salvador Horacio; ACOSTA-GALLEGO, Jorge A.; PAREDES-LOPEZ, Octavio. Protein and mineral content of a novel collection of wild and weedy common bean (*Phaseolus vulgaris L*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s.l], v. 80, n. 13, p. 1874-1881, Aug. 2000.

HADIYANTO, H.; ASSELMAN, A.; STRATEN, G. Van; BOOM, R. M.; ESVELD, D. C.; BOXTEL, A. J. B. Van. Quality prediction of bakery products in the initial phase of process design. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Netherlands, v. 8, n. 2, p. 285-298, June 2007.

HÉRCULES, Stael Tonial Tomiello; KOMEROSKI, Marina; HOMEM, Raísa Vieira; SCHMIDT, Helena de Oliveira; LIRA, Larissa de; FARIAS, Deise Vitória de; RIOS, Alessandro de Oliveira; OLIVEIRA, Viviani Ruffo de. Milk Proteins as Alternative Ingredients Replacing Sugar and Their Effects on Chemical, Technological and Sensory Quality of *Cookies*. **Journal of Culinary Science & Technology**, United Kingdom, v. 23, n. 5, p. 1-18, June 2024.

HO, Lee-Hoon; ABDUL LATIF, Nadratul Wahidah binti. Nutritional composition, physical properties, and sensory evaluation of *cookies* prepared from wheat flour and pitaya (*Hylocereus undatus*) peel flour blends. **Cogent Food & Agriculture**, v. 2, n. 1, p. 1136369, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Estimativa para a safra de grãos de 2024 (três safras) – feijão (em grão): estimativa de produção de cerca de 3,1 milhões de toneladas*. Agência de Notícias IBGE, 15 Out. 2024. Disponível em: <https://11nk.dev/eStXI> Acesso em: 03 dez. 2025.

JIA, Chunli; HUANG, Weining; JI, Lin; ZHANG, Luan; LI, Ning; LI, Yanyan. Improvement of hydrocolloid characteristics added to angel food cake by modifying the thermal and physical properties of frozen batter. **Food Hydrocolloids**, Netherlands, v. 41, p. 227-232, Dec. 2014.

KAUR, Maninder; SINGH, Varinder; KAUR, Rajwinder. Effect of partial replacement of wheat flour with varying levels of flaxseed flour on physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of *cookies*. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, United Kingdom, v. 9, p. 14–20, Jan. 2017.

KHORASANI, Sima Mohajer; ALAMI, Mehran; KASHANINEGHAD, Mehdi; TABARESTANI, Hoda Shahiri. Comparison of the effect of microwave treatment of millet grain and the addition of xanthan gum on the characteristics of the batter and the physicochemical and sensorial properties of gluten-free cake. **Food Research Journal**, Iran, v. 30, n. 3, p. 169-187, Nov. 2020.

KIM, Min-Ji; SHIN, Weon-Sun. Structural and functional modification of proteins from black soybean Aquasoya via ultrasonication. **Ultrasonics Sonochemistry**, Netherlands, v. 91, 106220, Dec. 2022.

LABUZA, Theodore P. The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. **Food Technology**, v. 4, p. 36-41, 1980.

LAGUNA, Laura; VERELA, Paula; SALVADOR, Ana; SANZ, Teresa; FISZMAN, Susana M. Balancing texture and other sensory features in reduced fat short-dough biscuits. **Journal of Texture Studies**, United States, v. 43, n. 3, p. 235-245, Nov. 2011.

LEON, Alberto E.; RUBIOLO, Amelia; ANON, Maria Cristina. Use of triticale flours in *cookies*: Quality factors. **Cereal Chemistry**, United States, v. 73, n. 6, p. 779–784, 1996.

LIU, Duo; SHI, Zenghui; WANG, Siqi; ZHAÍ, Liyuan; GOU, Dongxia; ZHAO, Jun; HU, Yanbo. Anti-oxidant and anti-fatigue properties of polysaccharides from black soybean hull. **International Journal of Food Properties**, United States, v. 25, n. 1, p. 1683-1696, July 2022.

MACEDO, Leandro Levate; AGNOLETTI, Bárbara Zani; ARAÚJO, Cintia da Silva; VIMERCATI, Wallaf Costa. Avaliação de propriedades físico-químicas de café arábica classificados quanto à qualidade da bebida. **Revista Univap**, São José dos Campos, v. 22, n. 40, p. 236, jan. 2017.

MACHADO, Cynthia M.; FERRUZZI, Mario G.; NIELSEN, Suzanne S. Impact of the hard-to-cook phenomenon on phenolic antioxidants in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, United States, v. 56, n. 9, p. 3102-3110, Apr. 2008.

MAJZOobi, Mahsa; AGHDAM, Mohammad Bagher Kamali; ESKANDARI, Mohammad Hadi; FARAHNAKY, Asgar. Quality and microbial properties of symbiotic bread produced by straight dough and frozen part-baking methods. **Journal of Texture Studies**, United States, v. 50, n. 2, p. 165-171, Apr. 2019.

MARETI, Mirian Cristina; GROSSMAN, Maria Victória Eiras; BENASSI, Marta de Toledo. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 878-883, dez. 2010.

MARTINS, Sara I. F. S.; JONGEN, Wim M. F.; VAN BOEKEL, Martinus A. J. S. A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. **Trends in Food Science & Technology**, United Kingdom, v. 11, n. 9-10, p. 364-373, Jan. 2001.

MAURO, Ana Karina; SILVA, Vera Lúcia Mathias da; FREITAS, Maria Cristina Jesus. Physical, chemical, and sensorial characterization of *cookies* made with Kale Stalk Flour (KSF) and Spinach Stalk Flour (SSF) rich in nourishing fiber. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 719-728, Sep. 2010.

MBITHI-MWIKYA, Stephen; OOGHE, Wilfried; VAN CAMP, John; NGUNDI, Delphin; HUYGHEBAERT, Andre. Amino acid profiles after sprouting, autoclaving, and lactic acid fermentation of finger millet (*Eleusine coracana*) and kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, United States, v. 48, n. 8, p. 3081-3085, July 2000.

MECHI, Rodrigo; CANIATTI-BRAZACA, Solange G.; ARTHUR, Valter. Avaliação química, nutricional e fatores antinutricionais do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiado. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 25, p. 109-114, Mar. 2005.

MILLER, R. A.; HOSENEY, R. C. Factors in hard wheat flour responsible for reduced *cookie* spread. **Cereal Chemistry**, United States, v. 74, p. 330–336, May 1997.

MISHRA, Neha; CHANDRA, Ramesh. Development of functional biscuit from soy flour & rice bran. **International Journal of Agricultural and Food Science**, Finland, v. 2, n. 1, p. 14-20, Jan. 2012.

MORAES, K. S.; ZAVAREZE, E. R.; MIRANDA, M. Z.; SALAS-MELLADO, M., L., M. Technological evaluation of *cookies* with lipid and sugar content variations. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 30, n. supl.1, p. 233- 242, May 2010.

MUDGIL, Deepak; BARAK, Sheweta; KHATKAR, B. S. *Cookie* texture, spread ratio and sensory acceptability of *cookies* as a function of soluble dietary fiber, baking time and different water levels. **LWT - Food Science and Technology**, United States, v. 80, p. 537–542, July 2017.

OLIVEIRA, Admar Costa de; REIS, Soely Maria Pissini Machado; LEITE, Eliete de Carvalho; VILELA, Elke Simoni Dias; PÁDUA, Eloisa Amaral; TASSI, Erika Maria Marcondes; CÚNEO, Florencia; JACOBUCCI, Helaine Beatriz; PEREIRA, Joelma; DIAS, Nádia Fátima Gibrim Pereira; GONZALEZ, Norka Beatriz Barrueto; ZINSLY, Patrícia Ferreira. Uso doméstico da maceração e seu efeito no valor nutritivo do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 191-195, mai./ago. 1999.

ORNELLAS, Lieselotte Hoeschl. **Técnica dietética:** seleção e preparo de alimentos. 7. Ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 350 p.

PAREYT, Bram; TALHAOUI, Faisal; KERCKHOFS, Greet; BRIJS, Kristof. The role of sugar and fat in sugar-snap *cookies*: Structural and textural properties. **Journal of Food Engineering**, United Kingdom, v. 90, n. 3, p. 400-408, Feb. 2009.

PATHAW, P. Mariadon Shanlang; MAHANTA, Charu Lata; BHATTACHARYA, Suvendu. Characteristics of gluten-free rice batter and baked cake made from the flour of heat-moisture-treated paddy of pigmented rice. **Journal of Food Processing and Preservation**, United Kingdom, v. 45, n. 3, p. e15206, Jan. 2021.

PIRES, Christiano Vieira; OLIVEIRA, Maria Goreti de Almeida; CRUZ, Geralda Aldina Dias Rodrigues; MENDES, Fabrícia Queiroz; DE REZENDE, Sebastião Tavares; MOREIRA, Maurílio Alves. Composição físico-química de diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 16, p. 157-162, abr./jun. 2005.

PIRES, Christiano Vieira; OLIVEIRA, Maria Goreti de Almeida; ROSA, José César; COSTA, Neuza Maria Brunoro. Nutritional quality and chemical score of amino acids from different protein sources. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 179-187, Mar. 2006.

PIZZINATO, A.; CAMPAGNOLLI, D. M. F. **Avaliação tecnológica de produtos derivados de farinhas de trigo (pão, macarrão, biscoito)**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1993. 54 p.

POMERANZ, Yeshajahu. **Functional properties of food components**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2012.

PROLL, Jürgen; PETZKE, Klaus J.; EZEAGU, Ikechukwu, E.; METGES, Cornelia C. Low nutritional quality of unconventional tropical crop seeds in rats. **The Journal of Nutrition**, United States, v. 128, n. 11, p. 2014-2022, Nov. 1998.

RIBEIRO, Nerinéia Dalfollo; JOST, Evandro; CERUTTI, Taiguera; MAZIEIRO, Sandra Maria; POERSCH, Nerison Luiz. Composição de microminerais em cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 267-273, 2008.

ROCHA-GUZMÁN, Nuria E.; GONZÁLEZ-LAREDO, Rubén F.; IBARRA-PÉREZ, Francisco J.; NAVA-BERÚMEN, Cynthia A.; GALLEGOS-INFANTE, José-Alberto. Effect of pressure cooking on the antioxidant activity of extracts from three common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. **Food Chemistry**, United Kingdom, v. 100, n. 1, p. 31-35, 2007.

SAMOHVALOVA, Olga; GREVTSEVA, Nataliya; BRYKOVA, Tatiana; GRIGORENKO, Anjelika. The effect of grape seed powder on the quality of butter biscuits. **Eastern-European Journal of Enterprise Technologies**, Kharkov, v. 3, n.11, p. 61-66, June 2016.

SCHMIELE, Marcio; JAEKEL, Leandra Zafalon; ISHIDA, Patricia Mello Garrido; CHANG, Yoon Kil; STEEL, Caroline Joy. Massa alimentícia sem glúten com elevado teor proteico obtida por processo convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 5, p. 908-914, maio 2013.

SUDHA, M. L.; VETRIMANI, R.; LEELAVATHI, K. Influence of fiber from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. **Food Chemistry**, United Kingdom, v. 100, n. 4, p. 1365-1370, 2007.

THAKUR, Abhishek; SHARMA, Vishal; THAKUR Aayushee. An overview of anti-nutritional factors in food. **International Journal of Chemical Studies**, India, v. 7, n. 1, p. 2472–2479, 2019.

TIWARI, B. K.; MUTHUKUMARAPPAN, K.; O'DONNELL, C. P.; CHENCHAIAH, M.; CULLEN, P. J. Effect of ozonization on the rheological and colour characteristics of hydrocolloid dispersions. **Food Research International**, United Kingdom, v. 41, n. 10, p. 1035-1043, Dec. 2008.

TOBIAS, Deirdre K. Vitamin E: Objective Marker of Healthful Diet and Long-Term Mortality. **Circulation Research**, United States, v. 125, n. 1, p. 41-42, June 2019.

WANG, Sin Huei; CABRAL, Lair C.; FERNANDES, Simone M. Características tecnológicas e sensoriais de biscoito com alto teor de casca de soja e cozidos em micro-ondas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasilia, v. 32, n. 7, p. 739-745, jul. 1997.

WONG, Chi Heem; SIAH, Kien Wei; ANDREW, W. Lo. Estimation of clinical trial success rates and related parameters. **Biostatistics**, United Kingdom, v. 20, n. 2, p. 273-286, Apr. 2019.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Atlas of mental health resources in the world 2001**. Geneva: World Health Organization, 2001.

XIAO, Yu; HUANG, Yuxin; CHEN, Yulian; FAN, Ziyi; CHEN, Ruyang; HE, Cheng; LI, Zongjun; WANG, Yuanliang. Effects of solid-state fermentation with *Eurotium cristatum* YL-1 on the nutritional value, total phenolics, isoflavones, antioxidant activity, and volatile organic compounds of black soybeans. **Agronomy**, Switzerland, v. 11, n. 6, p. 1029, May 2021.

XU, B.; CHANG, S. K. C. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. **Journal of Food Science**, United States, v. 72, n. 2, p. S159-S166, Mar. 2007.

XUE, Zhaojun; WANG, Cen; ZHAI, Lijuan; YU, Wancong; CHANG, Huiru; KOU, Xiaohong; ZHOU, Fengjuan. Bioactive compounds and antioxidant activity of mung bean (*Vigna radiata* L.), soybean (*Glycine max* L.) and black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during the germination process. **Czech Journal of Food Sciences**, Czech Republic, v. 34, n. 1, p. 68-78, Feb. 2016.

ZHANG, Chenxi; RITZOULIS, Christos; JIN, Zixuan; CUI, Weining; LI, Xiangyan; HAN, Jianzhong; LIU, Weilin. Yellow and black soybean pellet degradation and nutrients hydrolysis during in vitro gastrointestinal digestion. **Food Biophysics**, United States, v. 17, n. 2, p. 221-231, Jan. 2022.