

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PEDRO HENRIQUE GRACILIANO COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE BISCOITO PROTEICO COM RESÍDUO DE MALTE  
PROVENIENTE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CERVEJA**

JANDAIA DO SUL

2024

PEDRO HENRIQUE GRACILIANO COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE BISCOITO PROTEICO COM RESÍDUO DE MALTE  
PROVENIENTE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CERVEJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, campus Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dirlei Diedrich Kieling

JANDAIA DO SUL

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA JANDAIA DO SUL

Costa, Pedro Henrique Graciliano

Desenvolvimento de biscoito proteico com resíduo de malte proveniente do processo de fabricação de cerveja. / Pedro Henrique Graciliano Costa. – Jandaia do Sul, 2024.

1 recurso on-line : PDF.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Paraná, Campus Jandaia do Sul, Graduação em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Dirlei Diedrich Kieling.

1. Coproduto de cervejaria. 2. Enriquecimento nutricional.  
3. Panificáveis. 4. Alimentos funcionais. I. Kieling, Dirlei Diedrich.  
II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD: 664

Bibliotecário: César A. Galvão F. Conde - CRB-9/1747



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**PARECER Nº**  
**PROCESSO Nº**  
**INTERESSADO:**

**353/2024/UFPR/R/JA**  
23075.071163/2021-31  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

### **TERMO DE APROVAÇÃO**

**PEDRO HENRIQUE GRACILIANO COSTA**

### **"DESENVOLVIMENTO DE BISCOITO PROTEICO COM RESÍDUO DE MALTE PROVENIENTE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CERVEJA"**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos no curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, aprovado pela seguinte banca examinadora:

Orientadora:

Dra. Dirlei Diedrich Kieling

Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR

Dra. Leomara Floriano Ribeiro

Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR

Dra. Luana Carolina Bosmuler Züge

Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR

Jandaia do Sul, 11 de dezembro de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **DIRLEI DIEDRICH KIELING, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/12/2024, às 11:15, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **LEOMARA FLORIANO RIBEIRO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/12/2024, às 11:15, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

---



Documento assinado eletronicamente por **LUANA CAROLINA BOSMULER ZUGE, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/12/2024, às 11:15, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

---



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **7346678** e o código CRC **9907F611**.

---

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir vencer todos os desafios durante a graduação, todas as alegrias e por colocar as pessoas certas no meu caminho.

Agradeço aos meus pais, Judite e José Pedro por todo incentivo durante esses anos de graduação, por acreditarem em mim, por sempre me ajudarem nos momentos difíceis e serem a minha maior inspiração.

Agradeço as minhas irmãs, Júlia, Laura e Débora pela amizade, carinho e apoio em todos os momentos.

Agradeço aos meus familiares por todo apoio e incentivo.

Agradeço a minha namorada Vitória, por ser minha grande companheira, pelo apoio em todos os momentos e pela confiança.

Agradeço a todas as amigas que fiz durante esses anos, que de alguma forma me ajudaram a chegar até esse momento.

Meus agradecimentos à professora orientadora Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>a</sup>. Dirlei Diedrich Kieling, pelo aprendizado, carinho, paciência e ajuda.

Meus agradecimentos às professoras Dr<sup>a</sup>. Luana e Dr<sup>a</sup> Leomara por aceitarem o convite para compor a banca.

Meus agradecimentos a Universidade Federal do Paraná e todo o corpo docente pela qualidade e excelência na estrutura e ensino.

A todas as pessoas que contribuíram na realização deste trabalho, em especial a Cássia pela paciência e auxílio nos laboratórios.

# DESENVOLVIMENTO DE BISCOITO PROTEICO COM RESÍDUO DE MALTE PROVENIENTE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CERVEJA

Pedro Henrique Graciliano Costa; Dirlei Diedrich Kieling

## RESUMO

O Brasil ocupa a terceira posição entre os maiores produtores de cerveja no mundo, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos. No entanto, a elevada produção traz como desafio significativo a geração de grandes volumes de resíduos sólidos e líquidos nas indústrias. A reutilização do resíduo de malte do processo produtivo, o qual possui um alto valor nutricional, rico em fibras e proteínas, torna-se uma ótima alternativa para produção de pães, barras de cereais, biscoitos, entre outros. Assim, o objetivo do trabalho foi desenvolver e analisar as características físico-químicas e microbiológicas de biscoitos proteicos produzidos com resíduo de malte proveniente do processo de fabricação de cerveja. Para tanto, foram desenvolvidas quatro formulações com diferentes porcentagens de farinha de resíduo de malte (FRM), sendo controle (C) sem adição de FRM, F2 com 25% de FRM, F3 com 50% de FRM, F4 com 50% de FRM, porém com adição de whey protein e goma xantana para elevar ainda mais os valores nutricionais. Essas formulações foram sujeitas as avaliações do coeficiente de expansão e densidade, análises físico-químicas e análises microbiológicas. Dentre todas as formulações, a que demonstrou melhor desempenho foi a F4, que apresentou melhores resultados nutricionais com destaque no teor de proteínas, lipídios e fibras. Sendo assim, foi verificada a adequação para consumo da formulação escolhida (F4), por meio das análises microbiológicas. As contagens de bolores e leveduras, *Escherichia coli* e Estafilococos Coagulase Positiva ficaram dentro dos limites definidos pela legislação como aceitáveis, porém a contagem de *Bacillus cereus* apresentou resultado ligeiramente acima. Portanto, ficou evidenciada a necessidade de aplicar um tratamento prévio ao resíduo de malte para sua reutilização na formulação de alimentos, garantindo assim maior segurança para consumo.

Palavras-chave: Coproduto de cervejaria; Panificáveis; Enriquecimento nutricional; Alimentos funcionais.

# DEVELOPMENT OF PROTEIN BISCUITS WITH MALT WASTE FROM THE BEER BREWING PROCESS

Pedro Henrique Graciliano Costa; Dirlei Diedrich Kieling

## ABSTRACT

Brazil ranks third among the largest beer producers in the world, behind only China and the United States. However, high production levels bring a significant challenge: the generation of large volumes of solid and liquid waste in the industry. The reuse of malt residue from the production process, which has high nutritional value and is rich in fiber and protein, presents an excellent alternative for producing bread, cereal bars, cookies, and other products. Thus, the objective of this study was to develop and analyze the physicochemical and microbiological characteristics of protein cookies produced with malt residue from the beer manufacturing process. For this purpose, four formulations were developed with different percentages of malt residue flour (MRF): a control group (C) with no MRF, F2 with 25% MRF, F3 with 50% MRF, and F4 with 50% MRF, but with the addition of whey protein and xanthan gum to further enhance nutritional values. These formulations were subjected to evaluations of expansion coefficient and density, physicochemical analyses, and microbiological analyses. Among all the formulations, F4 demonstrated the best performance, showing superior nutritional results, particularly in protein, lipid, and fiber content. The suitability of the chosen formulation (F4) for consumption was confirmed through microbiological analyses. The counts for molds and yeasts, *Escherichia coli*, and Coagulase-Positive *Staphylococcus* were within acceptable limits defined by legislation; however, the *Bacillus cereus* count was slightly above the acceptable level. Therefore, the need for a preliminary treatment of the malt residue was identified to ensure its safe reuse in food formulations, thus providing greater safety for consumption.

Keywords: Brewery co-product; Bakery products; Nutritional enrichment; Functional foods.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - FORMULAÇÕES C, F2 E F3 DA ESQUERDA PARA DIREITA, DEPOIS DE ASSADAS.....	18
--	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - FORMULAÇÕES DO BISCOITO A BASE DE RESÍDUO DE MALTE.....	13
TABELA 2 – COEFICIENTE DE EXPANÇÃO EM PORCENTAGEM DE CADA FORMULAÇÃO.....	19
TABELA 3 – DENSIDADE DOS BISCOITOS CRUS E ASSADOS DAS FORMULAÇÕES.....	20
TABELA 4 -COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE DIFERENTES FARINHAS.....	21
TABELA 5 - ANÁLISES FÍSICO–QUÍMICAS DAS DIFERENTES FORMULAÇÕES.....	22
TABELA 6 – TEOR DE PROTEÍNA NA PORÇÃO DE REFERÊNCIA PARA CADA FORMULAÇÃO .....	25
TABELA 7 – CONTAGEM DE MICRORGANISMOS PARA FORMULAÇÃO F4.....	26

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
2.1 OBTENÇÃO DA FARINHA DE MALTE E OS DEMAIS INGREDIENTES.....	12
2.2 PREPARO DO BISCOITO.....	12
2.3 AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE EXPANSÃO E DA DENSIDADE.....	13
2.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	14
2.4.1 Teor de umidade.....	14
2.4.2 Cinzas totais.....	14
2.4.3 Determinação de proteínas.....	14
2.4.4 Determinação de lipídios.....	15
2.4.5 Determinação da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN).....	15
2.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	16
2.5.1 <i>Escherichia coli</i> .....	16
2.5.2 Bolores e leveduras.....	17
2.5.3 <i>Bacillus cereus</i> .....	17
2.5.4 <i>Estafilococos Coagulase Positiva</i> .....	17
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, COEFICIENTE DE EXPANSÃO E DENSIDADE DOS BISCOITOS.....</b>	<b>18</b>
3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DE RESÍDUO DE MALTE	20
3.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS FORMULAÇÕES.....	25
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>

## 1.INTRODUÇÃO

De acordo com Decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019, “a cerveja é a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo”(BRASIL, 2019).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de cerveja, atrás da China e dos Estados Unidos (MAPA, 2022). De acordo com a Forbes Portugal (2023), o Brasil também está entre os maiores consumidores de cerveja do mundo, registrando aproximadamente 14,5 milhões de litros consumidos, o que corresponde a 7,8% do consumo global. Entre os maiores do mundo, sua atuação movimenta uma extensa rede que é responsável por 2% do PIB e 14% da indústria de transformação nacional.

Porém, um revés à alta produção é a grande quantidade de resíduos sólidos e líquidos gerados nas indústrias. O principal e mais abundante é o bagaço de malte, ou BSG (sigla do inglês “brewer’s spent grain”), gerado na etapa de mosturação, correspondendo a 85% de todos os resíduos gerados (REINOLD, 1997). O malte é fundamental na produção de cerveja, pois é dele que se liberam os açúcares, que depois são fermentados para gerar o álcool. Além disso, o malte influencia o sabor e a cor da bebida. Ele também contém uma boa quantidade de nutrientes e minerais importantes ao processo de fabricação, como proteínas, carboidratos, minerais e vitaminas (CORDEIRO,2012).

O bagaço de malte é um coproduto constituído basicamente pelas cascas da cevada malteada (MUSSATTO et al., 2006). A farinha do bagaço de malte possui elevado valor nutricional e pode se tornar uma excelente matéria-prima para a produção de alimentos funcionais. Rico em fibras e proteínas, pode ser utilizada como ingrediente de produtos como pães, barra de cereal, biscoitos, entre outros, de forma a aumentar seu valor agregado além de beneficiar o meio ambiente e a indústria alimentícia (FERREIRA, 2017). As farinhas de coprodutos podem ser utilizadas como alternativa para substituição parcial da farinha de trigo.

A indústria busca produzir alimentos diferenciados e inovadores, para atender as exigências dos consumidores (TROMMER, 2014). Na última década, o conceito de alimentação saudável tem ganhado destaque de maneira significativa na sociedade e os alimentos funcionais têm como objetivo melhorar a qualidade de vida. A Resolução nº 2 de 07 de janeiro de 2002, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), descreve como alimento funcional "todo alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais

básicas, quando consumido na dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica". De acordo com a Embrapa (2021), entre os principais alimentos considerados como funcionais, pode-se destacar as fibras alimentares.

De acordo com dados da ABIAD, o segmento de proteínas, também conhecido como concentrados proteicos, registrou um crescimento de 28% entre os anos de 2020 e 2021. Por volta de 2010, as dietas ricas em proteínas ganharam destaque, impulsionadas pela popularização das atividades físicas nas redes sociais e pela crescente adoção de hábitos saudáveis. Com o tempo, a qualidade e a variedade das proteínas disponíveis evoluíram, conquistando novos consumidores, para além do público frequentador de academias.

O desenvolvimento de novos produtos e sua aplicação no mercado são tarefas desafiadoras aos Engenheiros de Alimentos, onde melhorias nos processos podem implicar em alterações de ingredientes e de produtos já existentes. Entretanto, colocar no mercado produtos diferenciados que possam oferecer ao consumidor novas experiências sensoriais e boas características nutritivas, é, nos dias de hoje, um aspecto que deve ser amplamente aprimorado (GOULART, 2017).

Um exemplo da criatividade no desenvolvimento de alimentos partindo de um coproduto com alto valor nutricional é o whey protein, também conhecido como proteína do soro do leite, é um suplemento amplamente utilizado por atletas e praticantes de atividades físicas devido ao seu alto valor biológico e rápida absorção pelo organismo. Ele é extraído do soro do leite, que é um resíduo líquido da produção de queijos. Durante o processo de fabricação do queijo, o leite é coagulado e a parte líquida, o soro, é separada da coalhada sólida que dará origem ao queijo. Esse soro, que antes era muitas vezes descartado, é agora valorizado como uma fonte rica em proteínas de alta qualidade (BRZOZOVSKI FILHO, 2021).

Com essa nova tendência de consumir produtos mais naturais e orgânicos, sustentáveis e saudáveis, o consumidor vem buscando melhor qualidade de vida, tendo como objetivo a saúde e a busca por indústrias que gerem menor impacto ambiental (GOMES, 2009). A oportunidade de agregar valor ao principal coproduto da indústria cervejeira, aliada à crescente demanda por produtos com elevado valor nutricional, representa uma grande possibilidade para a indústria alimentícia, devido à abundante produção de bagaço de malte e seu alto valor nutricional. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e analisar as características físico-químicas de biscoitos proteicos produzidos a partir do resíduo de malte proveniente do processo de fabricação de cerveja.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 OBTENÇÃO DA FARINHA DE MALTE E OS DEMAIS INGREDIENTES

O bagaço de malte Pilsen (Agrária) utilizado no presente estudo foi proveniente da produção de cerveja realizada em aula prática da disciplina de Processos Fermentativos e Enzimáticos. O resíduo de malte úmido foi seco em estufa a 80°C até a estabilização da massa final. Realizou-se as pesagens até obter massa constante e em aproximadamente 28 horas as amostras estavam totalmente secas. O resfriamento foi feito em temperatura ambiente em torno de 25°C, em seguida, a massa seca passou pelo processo de moagem no moinho de facas para obtenção da farinha e padronização em peneira de 250 µm de abertura, de acordo com a granulometria estabelecida para farinhas pela Instrução Normativa n. 8/2005 (BRASIL, 2005). Após o preparo, a farinha foi selada a vácuo, armazenada em refrigeração até a realização das análises físico-químicas nos laboratórios da UFPR de Jandaia do Sul. Os demais ingredientes foram obtidos no comércio local de Jandaia do Sul – PR, a proteína do soro do leite (whey protein) utilizada foi da Growth Supplements de sabor neutro.

### 2.2 PREPARO DO BISCOITO

A primeira formulação, denominada de controle (C), foi composta por 100% de farinha de trigo, servindo como referência para comparação com as demais formulações, nas quais a farinha de trigo foi parcialmente substituída por farinha de bagaço de malte. Esse procedimento permitiu avaliar os efeitos da substituição sobre as características finais dos biscoitos. A segunda formulação (F2) foi composta com 75% de farinha de trigo e 25% de farinha de bagaço de malte e manteve as quantidades dos outros ingredientes. A terceira formulação (F3) foi composta por 50% de farinha de trigo e 50% de farinha de bagaço de malte. Para o preparo do biscoito foram desenvolvidas diferentes formulações conforme indicado na TABELA 1.

TABELA 1 - FORMULAÇÕES DO BISCOITO A BASE DE RESÍDUO DE MALTE

<b>Ingredientes</b>	<b>C</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
Farinha de trigo tipo 1	190 g	142,5 g	95 g	95g
Farinha do bagaço de malte (FRM)	0 g	47,5 g	95 g	95g
Manteiga	80 g	80 g	80 g	40g
Leite integral	70 mL	70 mL	70 mL	70mL
Fermento em pó	3,5 g	3,5 g	3,5 g	3,5g
Sal	1 g	1 g	1 g	1 g
Proteína do soro de leite	-	-	-	20g
Água	-	-	-	15mL
Goma Xantana	-	-	-	4g

FONTE: Autor (2024)

A quarta formulação (F4) manteve os 50% de farinha de trigo e 50% de farinha de bagaço de malte, porém houve a substituição de parte da manteiga por goma xantana com a finalidade de diminuir a quantidade de gordura e a adição da proteína para enriquecer o valor protéico do biscoito, visando mantendo as características sensoriais e agregando valor nutricional para os biscoitos.

A forma de preparo foi a mesma para as quatro formulações. A farinha foi misturada com fermento e sal, em seguida adicionou-se a manteiga e por último, o leite. A massa foi misturada e sovada até atingir uma consistência homogênea. Após o preparo, foi realizada a abertura da massa com rolo, sobre superfície lisa e higienizada, até a espessura de 0,2 cm. Foi feito o corte dos biscoitos em formato retangular de aproximadamente 7 x 3 cm. A seguir, os biscoitos foram colocados em assadeira e assados por 10 minutos a 180°C em forno pré-aquecido.

### 2.3 AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE EXPANSÃO E DA DENSIDADE

Foram selecionadas três amostras cruas com tamanhos semelhantes de cada formulação (C, F1, F2 e F4) para o cálculo dos parâmetros tecnológicos: coeficiente de expansão e densidade. Foram registrados a massa individual e as medidas de largura, comprimento e espessura de cada amostra. Após o assamento e resfriamento dos biscoitos em temperatura ambiente, foram realizados novos registros das dimensões e da massa de cada formulação. O cálculo do coeficiente de expansão foi feito a partir da equação 1, proposta por Bolanho e Danesi (2014):

$$\text{Coeficiente de Expansão}\% = \left( \frac{\text{volume do biscoito assado} - \text{volume do biscoito cru}}{\text{volume do biscoito cru}} \right) \cdot 100$$

Para avaliação da densidade do biscoito foi utilizada a equação 2 (Bolanho e Danesi, 2014):

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Onde:

$\rho$  = Densidade (g/cm<sup>3</sup>)

$m$  = Massa (g)

$V$  = Volume (cm<sup>3</sup>)

## 2.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para as determinações de umidade, cinzas, proteínas e lipídios, as amostras foram trituradas e as análises realizadas em triplicata, de acordo com os métodos descritos pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo o teor de carboidratos calculado por diferença.

### 2.4.1 Teor de umidade

O conteúdo de umidade foi determinado pelo método gravimétrico, baseando-se na perda de massa do material submetido ao aquecimento em estufa (Marca Odontobras, Brasil) a 105 °C até a massa constante.

### 2.4.2 Cinzas totais

As cinzas foram obtidas através da incineração na mufla, em temperatura de 550°C, em torno de 3 a 4 horas. Para isso utilizou-se 3 g de amostra em cadinhos previamente preparados.

### 2.4.3 Determinação de proteínas

Para a determinação do teor de proteínas foi utilizado o método de Kjeldahl pela determinação do nitrogênio total. Este método baseia-se em três etapas: digestão, destilação e titulação. A matéria orgânica é decomposta e o nitrogênio existente é transformado em amônia. Considerou-se 6,25 como fator de conversão para o cálculo de proteína bruta. Para o procedimento da digestão utilizou-se 0,25 g da amostra junto com 2,5g da mistura catalisadora e 7 ml de ácido sulfúrico, a solução foi aquecida lentamente até atingir 350°C e atingir de cor azul-esverdeada. Após o resfriamento foi adicionado 10ml de água destilada. Para destilação utilizou-se 20 mL de solução de ácido bórico a 4% com 5 gotas de indicador misto, a destilação foi feita até recolher aproximadamente 40 mL de destilado. Em seguida titulou-se o destilado com solução padrão de HCl 0,1N até a viragem do indicador.

#### 2.4.4 Determinação de lipídios

Para a obtenção do teor de lipídios, foram utilizadas 3 g da amostra. O método empregado foi a extração com solvente a quente, realizada em um extrator Goldfish (Lucadema). Esse método consiste nas etapas de extração da gordura, com a amostra mergulhada em 100 ml de éter etílico aquecido em 80°C por 1 h e 30 min, seguida pela evaporação do solvente aquecido em 100°C, por fim, a quantificação da gordura por meio de pesagem após a secagem em estufa a 105°C.

#### 2.4.5 Determinação da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN)

O procedimento da análise de FDN seguiu o protocolo descrito por Silva e Queiroz (2002) com adaptações (Nascimento et al., 2018). No dia anterior a análise, os saquinhos de TNT, que já haviam sido cortados na medida padrão (6,5 cm x 11,5 cm), foram selados e curados por ebulição durante 1 h em água destilada e depois colocados na estufa a 105 °C (até massa constante). Após a secagem, os saquinhos foram retirados da estufa e transferidos para o dessecador para estabilização da temperatura.

Os saquinhos foram, então, identificados e pesados em balança analítica. Acondicionaram-se, um a um, na balança e pesou-se 1 g de amostra. Os saquinhos com a amostra foram selados e colocados dentro de frascos autoclaváveis, adicionou-se 100 mL de solução de detergente neutro e 250 µL da enzima  $\alpha$ -amilase termoestável. Os frascos foram acondicionados na autoclave à temperatura de 121 °C por 50 min. Após, os frascos foram

retirados e os saquinhos lavados com água destilada quente até remover o detergente. Foi, ainda, feito um enxágue com porções de 100 mL de acetona P.A., para retirada total do detergente.

Os saquinhos com os resíduos foram colocados na estufa a 105 °C e deixados por um período de aproximadamente 12 horas. Após a secagem, foram retirados da estufa, transferidos para o dessecador para estabilização da temperatura e pesados em balança analítica. A seguir, foram realizados os cálculos para determinação do teor de fibras das amostras (equações 3 e 4).

$$\%FDNma = \left( \frac{FDN}{MA} \right) \cdot 100$$

$$FDN = (Saquinho + FDN) - Saquinho$$

Onde:

FDN = massa de fibra em detergente neutro (g);

(saquinho + FDN) = massa final do saquinho, após procedimento de análise (g);

Saquinho = massa inicial do saquinho (g);

% FDN MA = percentual de fibra em detergente neutro com base na MA;

MA = massa inicial da amostra (g).

## 2.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

### 2.5.1 *Escherichia coli*

Para contagem de *E. coli* foram utilizados cerca de 25 mL de ágar MacConkey (MERCK) e a análise seguiu a técnica de plaqueamento em profundidade seguida de incubação a 25 °C por um período de 24 horas conforme o protocolo de Silva et al. (2017). Os resultados foram expressos em UFC/g.

### 2.5.2 Bolores e leveduras

A contagem de bolores e leveduras (UFC/g) foi realizada utilizando a metodologia descrita por Kieling, Barbosa-Cánovas e Prudencio (2019). O procedimento envolveu o uso de ágar Batata Dextrose e a aplicação da técnica de plaqueamento em superfície espalhando com auxílio da alça de Drigalsky, seguida de incubação a 25 °C por um período de 5 a 7 dias e os resultados foram expressos em UFC/g.

### 2.5.3 *Bacillus cereus*

A contagem de *B. cereus* foi realizada seguindo o protocolo descrito por Costa et al. (2017). O procedimento utilizou o Ágar Manitol Gema de Ovo Polimixina (MYP), aplicou-se a técnica de plaqueamento em superfície com espalhamento por alça de Drigalski e incubação a 35 °C por 24 horas. Os resultados foram expressos em UFC/g.

### 2.5.4 Estafilococos Coagulase Positiva

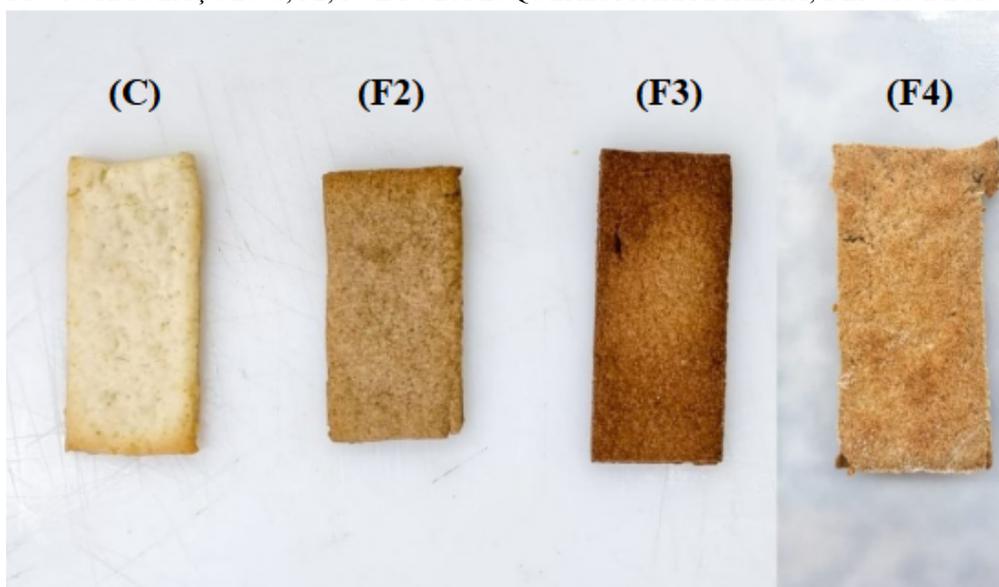
Para as contagens de *Estafilococos coagulase positiva* (Silva et al., 2017), foi utilizado o meio de cultivo ágar Baird Parker suplementado com emulsão telurito de gema de ovo, preparado conforme as instruções descritas no rótulo, homogeneizado e mantido em banho térmico a 50 °C, para evitar a solidificação. Em seguida, aproximadamente 25 mL do meio foram adicionados assepticamente em placas de Petri e deixados solidificar em uma superfície plana. O inóculo foi homogeneizado e transferido para as placas com o auxílio de uma micropipeta, sendo espalhado com uma alça de Drigalski. O procedimento foi realizado em duplicata para quatro diluições. Após a secagem, as placas foram invertidas e incubadas a 35 °C por um período de 24 a 48 horas e, após esse período, foi feita a contagem de colônias no meio. Os resultados foram expressos em UFC/g.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, COEFICIENTE DE EXPANSÃO E DENSIDADE DOS BISCOITOS

Foram selecionadas três amostras cruas com tamanhos semelhantes de cada formulação (C, F1, F2 e F4) e três amostras de biscoitos assados para o cálculo do coeficiente de expansão e densidade, conforme especificado na metodologia do trabalho. Nas Figuras 1 e 2 podem ser observadas as características dos biscoitos após assamento. Os biscoitos apresentaram-se finos e crocantes, com coloração mais escura nos biscoitos das formulações F2 e F3, com maior proporção de farinha de resíduo de malte.

FIGURA 1 – FORMULAÇÕES C, F2, F3 E F4 DA ESQUERDA PARA DIREITA, DEPOIS DE ASSADAS



Nota: (C); Controle; (F2): Formulação F2; (F3) Formulação F3 e (F4) Formulação F4.

Fonte: Autor (2024)

De acordo com Fellows (2022), os fatores mais importantes que influenciam na textura, expansão e coloração dos produtos derivados da panificação são o teor de umidade, granulometria e composição química, particularmente, a quantidade e tipo de amido, proteínas, gorduras, fibras e açúcares.

Para Kissel, Prentice e Yamazaki (1975) o fenômeno de expansão dos biscoitos é predominantemente físico e depende da capacidade dos componentes em absorver água. Dessa forma, a adição de ingredientes com maior capacidade de retenção de água em comparação com a farinha de trigo contribui para esse efeito, resultando em uma competição pela água livre presente na massa do biscoito, limitando a taxa de expansão.

Os ingredientes que favorecem a expansão são a manteiga (fonte de gordura), que quando batida incorpora o ar em forma de pequenas bolhas ou células, as quais são grandemente responsáveis pela expansão da massa e pela granularidade fina e textura macia do produto, o fermento que libera CO<sub>2</sub>, a umidade, que durante o cozimento da massa no forno produz vapor d'água, devido ao calor, e a expansão das células de ar, provocando o aumento de volume (EL-DASH; GERMANI, 1994).

Sendo assim, os resultados referentes à expansão do biscoito estão representados na TABELA 2.

TABELA 2 – COEFICIENTE DE EXPANSÃO DE CADA FORMULAÇÃO

<b>Formulação</b>	<b>Coefficiente de Expansão (%)</b>
Controle	52,26
Formulação F2	27,14
Formulação F3	-2,36
Formulação F4	-18,6

FONTE: Autor (2024)

Observa-se um contraste significativo nos valores calculados do coeficiente de expansão. A formulação controle, composta por 100% de farinha de trigo, apresentou o maior coeficiente de expansão, atingindo 52,26%. Em contrapartida, as formulações contendo diferentes porcentagens de farinha de resíduo de malte exibiram coeficientes menores (F2) e até negativos (F3 e F4). Isso indica que, nesses casos, houve uma redução no tamanho/volume dos biscoitos após o assamento em comparação ao tamanho/volume dos biscoitos crus.

A incorporação de fibras ou a substituição de percentuais de farinha de trigo por fontes fibrosas, em produtos de panificação tendem a influenciar negativamente nos resultados obtidos para a expansão (PESSANHA, 2016). O mesmo efeito de diminuição do índice de expansão, em produtos ricos em fibra alimentar, foi constatado por SILVA (1997), na elaboração de cookies com a proporção de farinha mista de trigo e de jatobá.

A redução do percentual de farinha de trigo afeta a concentração das proteínas formadoras da rede de glúten na massa do biscoito e, conseqüentemente, as características viscoelásticas dos biscoitos (CHAGAS et al., 2021), dessa forma a rede de glúten fica enfraquecida. Quanto maior o percentual de substituição na farinha de trigo, mais quebradiça a massa se apresenta.

As mudanças físicas resultantes do processamento são determinantes para a aceitabilidade do produto, e para snacks são características importantes: expansão, dureza,

crocância e densidade. É esperada uma estrutura expandida na maioria dos snacks (BOMBO, 2006). No entanto, para biscoitos salgados, o contexto sensorial pode ser diferente, dado que o foco do consumidor muitas vezes recai mais na crocância do que na expansão.

Por outro lado, produtos muito densos ou duros podem ser percebidos como menos atraentes. Além disso, é fundamental garantir um equilíbrio na textura geral, considerando a densidade. Produtos excessivamente densos ou duros podem ser vistos como menos atrativos pelo consumidor.

A TABELA 3 apresenta a densidade dos biscoitos crus (BC) e dos biscoitos assados (BA), para as diferentes formulações.

TABELA 3 – DENSIDADE DOS BISCOITOS CRUS E ASSADOS.

<b>Formulações</b>	<b>Densidade BC (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidade BA (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Controle	1,81±0,26	0,96±0,10
Formulação F2	1,46±0,21	0,86±0,01
Formulação F3	1,34±0,25	1,13±0,27
Formulação F4	1,91±0,45	1,63±0,25

Nota: Biscoito Cru (BC); Biscoito Assado (BA)

FONTE: Autor (2024)

Com base nos resultados apresentados na TABELA 3, observou-se uma redução nas densidades ao comparar o biscoito cru com o biscoito assado, para as formulações C e F2, indicando biscoitos mais leves e porosos. No entanto, no caso das formulações F3 e F4 as densidades dos biscoitos antes e após o assamento apresentaram-se mais próximas. Essa variação está relacionada aos ingredientes utilizados, tendo em vista que F3 e F4 apresentaram maior proporção de farinha de resíduo de malte (50%), o que interferiu negativamente na expansão do volume dos biscoitos após o assamento, deixando os biscoitos mais densos.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DE RESÍDUO DE MALTE

Os resultados da composição centesimal (g/100g) determinada no presente estudo para a farinha de resíduo de malte (FRM) são apresentados na TABELA 4. Com a finalidade de comparação com a farinha de trigo (FT) e a farinha de trigo integral (FTI), são também apresentados os valores de composição segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA, 2023).

TABELA 4 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE DIFERENTES FARINHAS

Amostra	Cinzas	Proteína	Umidade	Lipídeos	Carboidratos	Fibras
<b>FT</b>	0,64	10,7	11,8	1,36	75,5	2,58
<b>FTI</b>	1,69	11,6	15,4	1,31	70	12,8
<b>FRM</b>	3,52±0,07	20,81±0,25	5,83±0,16	6,05±0,32	63,77±0,86	23,0±8,32

Nota: Farinha de trigo branca (FT); Farinha de trigo integral (FTI) e Farinha de resíduo de malte (FRM)

FONTE: Autor (2024)

Conforme a RDC nº 711, de 1º de julho de 2022 da Anvisa, o limite máximo permitido de umidade para farinhas é de 15 g/100 g. Nesse contexto, a farinha de resíduo de malte analisada neste estudo atende à legislação vigente, garantindo, assim, a sua conservação e estabilidade no armazenamento (BRASIL,2022).

Segundo Rigo (2017), a composição do bagaço de malte em base seca (g/100g) foi: umidade 5,2; cinzas 3,4; proteínas 12,5; lipídeos 5,9, fibras 27,6 e carboidratos 73,0. Foram observadas, portanto, diferenças relevantes em apenas dois parâmetros ao comparar os resultados de Rigo (2017) com os do presente estudo, especificamente nos valores de proteínas e fibras. As diferenças apresentadas entre os valores da composição centesimal são esperadas, pois a composição do resíduo de malte utilizado nos trabalhos pode sofrer variação em diferentes fatores, como tipo de cevada, tempo de colheita, processos tecnológicos empregados, cereais utilizados na maltagem, armazenamento entre outros.

O teor de proteínas da FRM, por sua vez, foi semelhante ao trabalho de Meneses et al. (2013) que também encontraram valores superiores a 20%.

A farinha de trigo branca, de acordo com os dados da TBCA (2023), apresentou valores inferiores de cinzas, proteínas, lipídeos e fibras em comparação aos valores encontrados para a farinha de resíduo de malte nas análises centesimais realizadas no presente trabalho. Essa diferença está relacionada às etapas de produção, pois o processo de refinamento, remove o farelo e o germe do grão de trigo. Esse processo deixa apenas o endosperma, que é principalmente composto de amido e tem menos nutrientes do que as outras partes. De acordo com Zardo (2010), as características nutricionais e tecnológicas da farinha de trigo branca podem também ser influenciadas por outros fatores como as condições de cultivo, colheita, secagem e armazenamento dos grãos de trigo, processo de obtenção da farinha, transporte e armazenamento do produto.

A farinha de trigo apresenta diversas aplicações na indústria de alimentos e muita importância na alimentação humana (ZARDO, 2010). Contudo, do ponto de vista nutricional, a farinha de resíduo de malte pode ser considerada uma ótima substituta parcial e

passa a ser relevante o seu consumo para consumidores com carências nutricionais, já que a farinha de trigo integral também apresentou teores inferiores de cinzas, proteínas e lipídeos.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS BISCOITOS

Na TABELA 5, são apresentados os valores encontrados para a composição das diferentes formulações dos biscoitos.

TABELA 5 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS DIFERENTES FORMULAÇÕES DE BISCOITOS

Formulações	%Cinzas	%Proteína	%Umidade	%Lipídeos	%Carboidratos	%Fibras
Controle	1,92 <sup>c</sup> ±0,02	10,40 <sup>c</sup> ±0,13	7,54 <sup>a</sup> ±0,02	26,15 <sup>b</sup> ±0,17	53,97 <sup>b</sup> ±0,03	1,56 <sup>b</sup> ±0,03
Formulação F2	2,27 <sup>b</sup> ±0,11	14,88 <sup>b</sup> ±0,41	3,51 <sup>c</sup> ±0,17	25,71 <sup>b</sup> ±0,06	53,26 <sup>b</sup> ±0,30	1,57 <sup>b</sup> ±0,02
Formulação F3	2,74 <sup>a</sup> ±0,01	16,75 <sup>a</sup> ±0,39	2,05 <sup>d</sup> ±0,09	28,30 <sup>a</sup> ±0,13	48,91 <sup>c</sup> ±0,88	2,28 <sup>a</sup> ±0,04
Formulação F4	2,75 <sup>a</sup> ±0,00	18,07 <sup>a</sup> ±1,06	7,00 <sup>b</sup> ±0,25	15,55 <sup>c</sup> ±0,15	57,19 <sup>a</sup> ±1,19	2,80 <sup>a</sup> ±0,26

Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

FONTE: Autor (2024)

Em relação ao teor de cinzas houve um aumento de acordo com a maior porcentagem de farinha de resíduo de malte. A formulação controle apresentou o menor teor de cinzas entre as formulações, enquanto as formulações F3 e F4 os maiores valores. As cinzas de um alimento é o nome dado ao resíduo inorgânico que resta após a combustão da matéria orgânica, a qual se transforma em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e NO<sub>2</sub>. Dessa forma, as cinzas de um material é o alvo inicial para estudo de minerais específicos, sendo esses analisados tanto para fins nutricionais como também para segurança alimentar (NASCIMENTO, 2010).

Esse aumento no teor de cinzas conforme o aumento da farinha de resíduo de malte não foi visualizado no trabalho de Rigo (2017), na formulação de 10% apresentou maior quantidade de cinzas de 2,42g, valor inferior ao encontrado no presente estudo com 2,74g. No trabalho de Brito (2021), os principais minerais encontrados no malte e no bagaço de malte gerado na produção da cerveja foram: magnésio, cálcio, ferro, zinco, manganês e cobre.

Portanto, um alto teor de cinzas indica altos níveis de minerais nas amostras de biscoitos. Isso sugere que os biscoitos com incorporação da farinha de resíduo de malte fornecerão mais minerais aos consumidores do que a amostra controle (100% farinha de trigo). Omeire e Ohambele (2010) observaram uma tendência semelhante de aumento do teor de cinzas em biscoitos produzidos a partir de farinhas de castanha de caju desengorduradas

com trigo. Gernah et al. (2010) também relataram descobertas semelhantes de que biscoitos produzidos a partir de misturas de farinha de trigo com farinha de resíduo de malte de trigo tinham alto teor de cinzas.

O teor de umidade apresentou variação entre as formulações, a controle apresentou o maior teor de umidade seguida da F4, F2 e F3. Essa diferença pode ser explicada por conta da composição de cada formulação e pelas características centesimais das farinhas. A farinha de resíduo de malte apresentou um menor teor de umidade em comparação à farinha de trigo comum utilizada na formulação controle. De acordo com a análise centesimal realizada neste estudo, o teor de umidade da FRM foi de 5,38g, enquanto, segundo a TBCA (2023), a farinha de trigo apresenta um teor de 11,8g. Outra diferença relevante está na composição das formulações, uma vez que na F4, houve a adição de goma xantana, hidrocolóide que apresenta elevada capacidade de ligar e reter água, o que pode ter contribuído para maior umidade desta formulação em relação a F2 e F3.

O teor de umidade é uma informação importante da composição de alimentos e está entre os parâmetros frequentemente determinados em rotina, podendo servir como um indicador da qualidade dos produtos, uma vez que apresenta influência direta no armazenamento (AMOEDO & MURADIAN, 2002).

Resultado distinto foi verificado por Gernah et al. (2010) em que o maior teor de umidade foi observado em biscoitos preparados com misturas de farinha provenientes de resíduos de malte de cervejarias de trigo. De acordo com Adebawale et al. (2012), alimentos assados como bolos, biscoitos e pães com alto teor de umidade estimulam o crescimento de bolores e leveduras, que podem levar à deterioração do produto. Para garantir um armazenamento seguro e evitar o crescimento microbiano que possa comprometer a qualidade, os biscoitos devem apresentar baixo teor de umidade.

De acordo com a RDC nº 711, de 1º de julho de 2022, o teor de umidade permitido para farinhas, amidos de cereais e farelos é de 15%. Como esses ingredientes são utilizados como matérias-primas na produção dos biscoitos, esse parâmetro também se aplica, e o valor obtido no estudo encontra-se dentro do limite estabelecido pela legislação.

Conforme a Instrução Normativa (IN) nº 75, de 8 de outubro de 2020, da Anvisa (BRASIL, 2020), um alimento é considerado fonte de proteína quando contém, no mínimo, 10% dos Valores Diários de Referência (VDR) por porção de referência. Como o valor de referência diário para consumo de proteínas é de 50g, isso significa que o produto deve apresentar pelo menos 5g de proteína por porção de referência. De acordo com o anexo V da IN nº 75 (BRASIL, 2020), a porção de referência para biscoitos é de 30g, o que implica que,

para ser classificado como fonte de proteína, 5g dessa porção devem ser compostos por proteínas. Dessa forma a formulação F3 e F4 atingiram o valor mínimo para serem consideradas fontes de proteína, porém na formulação F4 houve a adição da proteína do soro do leite, visando aumentar o teor de proteínas por porção de referência e reduzir o teor de lipídios.

Para Gregg (1995) o consumo de proteína é fundamental para o desenvolvimento humano, sendo que os aminoácidos essenciais só podem ser obtidos por meio da alimentação. O consumo de proteínas depende do teor proteico dos alimentos. Globalmente, a maior parte das proteínas consumidas provém de alimentos vegetais, como os cereais sendo, assim, a principal fonte. Existem evidências de que dietas com maior proporção de proteína promovem maior perda de peso, maior redução de gordura corporal e diminuem a perda de massa magra durante o emagrecimento, quando comparadas a dietas com menos proteína e de mesmo valor energético (PEDROSA, 2009).

O teor de proteínas variou entre 10,40 e 18,07 g/100g. A formulação F4 apresentou o maior teor de proteínas, resultado da adição da proteína do soro de leite, porém o aumento foi inferior ao esperado, já que ela não apresentou diferença significativa em relação à formulação F3. A formulação com o menor teor de proteínas foi a controle, que não continha adição de farinha de resíduo de malte. A farinha de trigo é obtida da moagem do endosperma do grão de trigo, que é rico em amido e contém proteínas em menor proporção. O objetivo do uso do trigo é oferecer energia na forma de carboidratos. Por outro lado, o resíduo de malte é um subproduto da produção de cerveja, resultante da cevada malteada após a extração de açúcares fermentescíveis. Ele é rico em fibras, proteínas residuais e compostos bioativos, pois os grãos de cevada têm menor concentração de amido e maior de fibras e proteínas.

Embora o aumento no teor de proteínas da formulação F4 não tenha alcançado a proporção esperada para ser classificado como “alto conteúdo”, foi suficiente para atingir o valor mínimo necessário (5 g) para ser classificado como alimento “fonte de proteína”. A TABELA 6 apresenta o teor de proteínas com base na porção de referência de cada formulação.

TABELA 6 – TEOR DE PROTEÍNAS NA PORÇÃO DE REFERÊNCIA PARA CADA FORMULAÇÃO

<b>Formulação</b>	<b>Teor de proteínas em 30g</b>
Controle	3,12±0,03
Formulação F2	4,46±0,12
Formulação F3	5,02±0,11
Formulação F4	5,59±0,31

FONTE: Autor (2024)

O teor de lipídios variou entre 28,30 e 15,55%. A formulação que apresentou maior teor foi a F3 (28,30%), seguida pela C (26,15%) e pela F2 (25,71%), as quais não apresentaram diferenças significativas entre si, e o menor foi a F4 15,55%. Os resultados indicam um aumento no teor de lipídios para maior proporção de farinha de resíduo de malte, esse aumento também foi presente no estudo realizado por Rigo (2017) entre as formulações com 10%, 20% e 30% variando de 14,42% para 21,03%. De acordo com Ihekoronye e Ngoddy (1985), quanto maior o teor de lipídios no biscoito, maior será o valor calórico. Entretanto, a gordura também desempenha o papel de agente lubrificante, realçando o sabor e a textura. O desafio da formulação F4 foi reduzir o teor de lipídios sem comprometer o sabor e a textura, assim desenvolvendo um biscoito saudável e com elevado valor nutricional.

Para reduzir o valor calórico, parte da manteiga foi substituída por uma combinação de goma xantana e isolado proteico do soro do leite (Whey Protein). Essa substituição atua como um excelente substituto da gordura, melhorando a funcionalidade. A substituição atendeu às expectativas iniciais, reduzindo o teor de gordura e, conseqüentemente, o valor calórico.

Entre as principais razões para se adicionarem farinhas ricas em fibras nos biscoitos são: o aumento do teor de fibra alimentar do produto, o decréscimo do conteúdo calórico, a diminuição do teor de trigo da formulação e o aproveitamento do subproduto bagaço de malte na forma de farinha (RIGO,2017). Observou-se um aumento significativo no teor de fibras comparando as formulações C e F2, que não apresentaram diferenças significativas entre si, com as formulações F3 e F4, que também não diferiram entre si (TABELA 6). Esses resultados indicam que o teor de fibras aumenta de acordo com a proporção que a adição de FRM aumenta, o que está de acordo com a análise centesimal realizada para FRM, que apresentou o maior teor de fibras em comparação com as outras farinhas.

### 3.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS FORMULAÇÕES

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas da formulação F4, são apresentados na TABELA 7.

TABELA 7 – CONTAGEM DE MICRORGANISMOS PARA FORMULAÇÃO F4.

Microrganismo	Contagem (UFC/g)
<i>Bacillus cereus</i>	$2,7 \times 10^4$
Estafilococos Coagulase Positiva	$6,5 \times 10^2$
<i>Escherichia coli</i>	$3,5 \times 10^1$
Bolores e Leveduras	$1,0 \times 10^3$

FONTE: Autor (2024)

A Instrução Normativa (IN) nº161 de 1 de julho de 2022 da Anvisa (BRASIL,2022) estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. O biscoito de resíduo de malte se enquadra no grupo 19 do anexo I na categoria “Pães, bolos, bolachas, biscoitos e outros produtos de panificação, estáveis à temperatura ambiente”. Assim, por meio da IN nº161 (BRASIL, 2022) é possível conhecer os limites máximos permitidos para *B. cereus* ( $10^3$  UFC/g), Bolores e Leveduras ( $10^4$  UFC/g), *Escherichia coli* ( $10^2$  UFC/g) e Estafilococos coagulase positiva ( $10^3$  UFC/g).

No presente estudo, tanto a contagem de bolores e leveduras quanto de *E. coli* e estafilococos coagulase positiva ficaram dentro do limite definido pela legislação como aceitável, conforme apresentado na TABELA 7.

De acordo com Hoffmann (2001), um dos principais fatores que contribuem para prevenir o crescimento desses microrganismos é a baixa atividade de água, que dificulta seu desenvolvimento devido à falta de umidade, essencial para o crescimento. Embora não tenha sido determinada a atividade de água, os biscoitos desenvolvidos apresentaram baixos teores de umidade, favorecendo, assim, sua estabilidade. Outros fatores que podem ter contribuído para a conservação foram o armazenamento em ambiente refrigerado e a embalagem a vácuo, o que contribuiu para a inibição dos microrganismos, já que eles necessitam de temperatura adequada e presença de oxigênio.

Os resultados obtidos para *B. cereus* ficaram acima do aceitável estabelecido pela IN 161 (BRASIL,2022), conforme apresentado na Tabela 10. De acordo com Tortora (2017), *B. cereus* é uma bactéria amplamente encontrada no ambiente e, ocasionalmente, está associada a casos de intoxicação alimentar, especialmente em alimentos ricos em amido. Trata-se de uma bactéria gram positiva em forma de bastonete, capaz de formar esporos. O solo é o principal reservatório natural desta bactéria, e por conta da alta resistência dos esporos, eles podem estar amplamente distribuídos na natureza, contaminando, assim, alimentos como vegetais, cereais, condimentos, pratos à base de amido como pudins e arroz cozido

(MENDES et al., 2004). Como os esporos são termorresistentes, o assamento dos biscoitos não garantiu a inativação de *B. cereus*. Seria recomendável investigar sua presença no resíduo de malte utilizado na formulação e, assim, aplicar tratamentos prévios (antes da elaboração da farinha) para sua completa inativação.

Para contagem de *E. coli* os resultados encontrados no presente estudo ( $3,5 \times 10^3$  UFC/g), ficaram dentro do padrão estabelecido pela legislação que é de no máximo  $10^2$ . A contagem de *E. coli* é utilizada como indicador de contaminação fecal recente ou de condições higiênico-sanitárias insatisfatórias no processamento de alimentos (FNG, 2004). Com base na literatura e nos resultados obtidos, pode-se afirmar que o processo de produção dos biscoitos atendeu às condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação.

De acordo com a TABELA 7, a contagem de Estafilococos Coagulase Positiva ficou dentro do limite máximo permitido pela legislação (IN 161, BRASIL, 2022), que é de  $10^3$  UFC/g. O valor obtido no presente trabalho foi de  $6,5 \times 10^2$  atendendo os padrões estabelecidos. Fiorentin et al. (2019), ao avaliar a qualidade microbiológica de biscoitos tipo cookies com adição de farinha de feijão caupi BRS Xiquexique, reportaram resultados inferiores a  $10^2$  para Estafilococos coagulase positiva, o que demonstra que os valores observados neste trabalho são superiores, embora ainda estejam dentro dos parâmetros regulamentados.

Segundo Jordá (2012), os estafilococos possuem crescimento entre  $7^\circ\text{C}$  e  $46^\circ\text{C}$ , sendo sensíveis a processos térmicos como pasteurização, ultra pasteurização e esterilização. A temperatura utilizada para a secagem do resíduo de malte, aliada ao processo de assamento dos biscoitos, mostrou-se eficaz para a redução significativa desses microrganismos, garantindo que os valores finais atendam aos padrões de segurança de alimentos.

#### 4. CONCLUSÃO

Por meio deste estudo foi possível verificar as características físico-químicas de diferentes formulações de biscoitos proteicos a partir do resíduo de malte proveniente do processo de fabricação de cerveja. De acordo com as análises realizadas, a formulação que apresentou melhor resultado para o objetivo proposto para o estudo foi a formulação F4. A principal vantagem desta formulação desenvolvida é ser um biscoito rico em componentes nutricionais e funcionais, atingindo o valor necessário para ser considerado fonte de proteína, com teor reduzido de lipídios.

Nas análises microbiológicas, as contagens de bolores e leveduras, *Escherichia coli* e *Estafilococos Coagulase Positiva* ficaram dentro dos limites definidos pela legislação como aceitáveis. Contudo, a contagem de *Bacillus cereus* apresentou resultado acima do limite estabelecido. Dessa forma, é fundamental verificar a qualidade das matérias-primas utilizadas na elaboração do produto e considerar a aplicação de um tratamento prévio ao uso do resíduo de malte para garantir a segurança microbiológica do alimento.

## REFERÊNCIAS

ABIAD, Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres, Consumo de concentrados de proteínas cresceu 25% no Brasil em 2022. Disponível em: <https://abiad.org.br/2021/wp-content/uploads/2023/03/Numeros-do-setor-ABIAD.pdf> .

Acesso em: 22 out. 2024

ADEBOWALE, A. A. et al. Functional properties and biscuit making potentials of sorghum-wheat flour composite. 2012.

BOLANHO, B. C.; DANESI, E. D. G. Tecnologia de Panificação. 1ª ed. Maringá: EDUEM, 2014.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Pecuária. Setor cervejeiro segue crescendo a cada ano, aponta anuário. Atualizado em 06/07/2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/setor-cervejeiro-segue-crescendo-a-cada-ano-aponta-anuario>. Acesso em: 22 out. 2024

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A Resolução RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002 - Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa – IN nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 126, 06 jul. 2022. Seção 1, p. 235. Disponível em:

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. Publicado no DO em 03 jun 2005. Disponível em: [https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-8-2005\\_75598.html](https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-8-2005_75598.html). Acesso em: 30 out 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA Instrução Normativa - IN nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Publicada no DOU nº 195, de 9 de outubro de 2020. Disponível em:

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 711, de 01 de julho de 2022 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Requisitos sanitários dos amidos, biscoitos,

cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 06 jul. 2022.

BRITO, Hugo Sousa Oliveira. Avaliação mineral dos maltes usados na produção de cerveja artesanal do estilo cream ale e do bagaço de malte gerado. 2021.

BRZOZOVSKI FILHO, Gilberto Antonio; RENOSTO, Natália Furlin; BALESTRIN, Tomás da Silveira. Produção de suplemento (whey protein) concentrado e isolado a partir de soro de leite. 2021.

DAS CHAGAS, Eduardo Galvão Leite et al. Enrichment of antioxidants compounds in cookies produced with camu-camu (*Myrciaria dubia*) coproducts powders. *LWT*, v. 137, p. 110472, 2021.

COSTA, K. K. F. D. et ai. Changes of probiotic fermented drink obtained from soy and rice byproducts during cold storage. *Food Science and technology*, Goiânia, v. 78, p. 23-30, 2017.

CORDEIRO, Luana Gomes; EL-AOUAR, Ânoar Abbas; GUSMÃO, Rennan Pereira. Caracterização do bagaço de malte oriundo de cervejarias. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 43, 2012.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. (Eds.). Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinhas mistas na produção de biscoitos. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. v. 6, 47 p.

FELLOWS, Peter John. **Food processing technology: principles and practice**. Woodhead publishing, 2022.

FERREIRA, F. N; MONTEIRO, M. L.; SILVA, L. D. Determinação de nitrogênio total em amostras de rocha petrolífera pelo Método Kjeldahl/Indofenol. 2007.

FERREIRA, Marina Silva Barcelos. Elaboração de biscoito integral empregando resíduo da indústria cervejeira na formulação. **Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis**, p. 1-58, 2017.

FIORENTIN, S., Teixeira, F., da Silva, S., Bernardi, D., Santos, S., & Lovato, F. (2019). Desenvolvimento de formulações biscoitos tipo cookies com adição de farinha de feijão caupi brs xiquexique. *Fag Journal of Health (fjh)*,1(2),36-4

FNG, P.; WAGANT, S.D.; GRANT, M.A. numeration of scherichia coli and the coliform bacteria. *Bacterio Bacteriological analytical manual online*, v. 4, p. 1-14, 2002. Disponível em: <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam4.html>. Acesso em: 7 de abr. 2004.

GARCIA-AMOEDO, Luis Henrique; ALMEIDA-MURADIAN, Ligia Bicudo de. Comparação de metodologias para a determinação de umidade em geléia real. **Química Nova**, v. 25, p. 676-679, 2002.

GERNAH, D. I.; AKOGWU, A. M.; SENGEV, A. I. Quality Evaluation of Cookies Produced from Composite Blends of Wheat Flour and African LocustBean (*Parkia biglobosa*) Fruit Pulp Flour. **Nigerian Journal of Nutritional Sciences**, v. 31, n. 2, p. 20-24, 2010.

GOULART, Simone Machado et al. Barra de cereal adicionada da alga porphyra tenera: caracterização sensorial, físico-química e nutricional. **GeraiS: Revista de Saúde Pública do SUS/MG**, v. 2, n. 1, p. 115-120, 2017.

HOFFMANN, Fernando Leite. Fatores limitantes à proliferação de microorganismos em alimentos. **Brasil alimentos**, v. 9, n. 1, p. 23-30, 2001.

IHEKORONYE, Alfred I.; NGODDY, Patrick O. **Integrated food science and technology for the tropics**. 1985.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. 1 ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. E-book. Disponível em: 54 [http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf). Acesso em: 27 out. 2024

JORDÁ, Graciela B. et al. Portación y caracterización de Staphylococcus aureus en manipuladores de alimentos. **Revista argentina de microbiología**, v. 44, n. 2, p. 101-104, 2012.

KIELING, Dirlei Diedrich, Gustavo V. Barbosa-Cánovas, and Sandra Helena Prudencio. "Effects of high pressure processing on the physicochemical and microbiological parameters, bioactive compounds, and antioxidant activity of a lemongrass-lime mixed beverage." *Journal of Food science and Technology* 56 (2019): 409-419.

KISSELL, L. T. Protein Enrichment of Cookie Flours with Wheat Gluten and Soy Flour Derivative. **Cereal Chem.**, v. 52, p. 638-649, 1975.

MENDES, Renata Aparecida et al. Contaminação ambiental por *Bacillus cereus* em unidade de alimentação e nutrição. **Revista de Nutrição**, v. 17, p. 255-261, 2004.

MENESES, N. G., MARTINS, S., TEIXEIRA, J. A., MUSSATTO, S.I. (2013). Influence of the extraction solvents on the recovery of antioxidant phenolic compounds from the used grains of the brewery. *Separation and Purification Technology*, 108, 152-158.

MUSSATTO, S. I.; DRAGONE, G.; ROBERTO, I. C. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science*, v. 43, 1-14, 2006.

NASCIMENTO, B. et al; Determinação do Teor de Cinzas. Apresentação na RIUEA Química de Alimentos; Limeira, São Paulo, 2010.

NASCIMENTO, E. M.; Gonçalves, R. M.; Sandri, D.; Cruz, D.B.; Friedrich, M.; Fernandes, S.R.; Garcez Neto, A.F. Crude fiber analysis using nonwoven bags in autoclave as alternative to a reference method. In: 55ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia e 28º Congresso Brasileiro de Zootecnia - Construindo Saberes, Formando Pessoas e Transformando a Produção Animal, 2018, Goiânia-GO. Anais..., 2018. v. Único.

OMEIRE, G. C.; OHAMBELE, F. I. Production and evaluation of biscuits from composite wheat/defatted cashew nut flours. **Nigerian food journal**, v. 28, n. 2, 2010.

PEDROSA, Rogerio Graça; DONATO JUNIOR, Jose; TIRAPEGUI, Julio. Dieta rica em proteína na redução do peso corporal. *Revista de Nutrição*, v. 22, p. 105-111, 2009.

PERALTA, H. Saiba quais são os países que consomem mais cerveja. *Forbes Portugal*, 2023. Disponível em: <https://www.forbespt.com/saiba-quais-sao-os-paises-que-consomem-mais-cerveja/>

PESSANHA, M. D. F. Propriedades reológicas da massa de pão francês adicionada de fibra alimentar e características sensoriais do produto após assamento. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, Departamento Bioquímico Farmacêutico. São Paulo, 201

REINOLD, M. R. Manual Prático de Cervejaria. 1. ed. São Paulo: ADEN Editora e Comunicações Ltda, 1997. F

RIGO, Maurício et al. Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de bagaço de malte como fonte de fibra. **Ambiência**, v. 13, n. 1, 2017.

SILVA, Dirceu Jorge. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. UFV, 2006.

SILVA, M. R. Caracterização química e nutricional da farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.): desenvolvimento e otimização de produtos através de testes sensoriais afetivos. 1997. 154f. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) – Curso de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1997.

SILVA, N. et al. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 5a ed. São Paulo: Blucher, 2017.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.2. São Paulo, 2023. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>. Acesso em: 11 nov.2024

TORTORA, Gerard, J. et al. *Microbiologia*. Disponível em: Minha Biblioteca, (12th edição). Grupo A, 2017.

TROMMER, Michael Walter. Avaliação do Ciclo de Vida no Processo de Produção da Cerveja. 2014. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'oeste, 2014.

ZARDO, F. P. Análises Laboratoriais para o Controle de Qualidade da Farinha de Trigo. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2010.