ReGeo
ISSN: 2177-3246

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

DEVELOPMENT OF A PROTEIN COOKIE WITH MALT RESIDUE FROM THE BREWING PROCESS

DESARROLLO DE UNA GALLETA PROTEICA A PARTIR DE RESIDUOS DE MALTA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA

10.56238/revgeov17n3-030

Pedro Henrique Graciliano Costa
Graduação em Engenharia de Alimentos
Instituição: Universidade Federal do Paraná - Campus Jandaia do Sul
E-mail: pedroograciliano@hotmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0005-2861-1254

Dirlei Diedrich Kieling
Doutora em Ciência de Alimentos
Instituição: Universidade Federal do Paraná - Campus Jandaia do Sul
E-mail: dirlei.kieling@ufpr.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0917-6120

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 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 a partir do 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 (F1) 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 submetidas 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 (18,07 ± 1,06), lipídios (15,55 ± 0,15) e fibras (2,80 ± 0,26). Foi também a única a atingir o valor mínimo exigido pela legislação para ser classificada como uma fonte de proteína. As contagens de bolores e leveduras, Escherichia coli e Estafilococos Coagulase Positiva da formulação escolhida (F4), apresentaram-se 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 segurança microbiológica para consumo.

Palavras-chave: Coproduto de Cervejaria. Panificáveis. Enriquecimento Nutricional. Alimentos Funcionais.

ABSTRACT
Brazil ranks third among the world's largest beer producers, behind China and the United States. However, this high production brings with it the challenge of generating large volumes of solid and liquid waste in the industries. The reuse of malt residue from the brewing process, which has a high nutritional value and is rich in fiber and protein, is an excellent alternative for the production of breads, cereal bars, cookies, among others. The aim of this study was to develop and analyze the physical, chemical and microbiological characteristics of protein cookies made from malt residue from the brewing process. For this purpose, four formulations were developed with different percentages of malt residue flour (MFR): control (F1) with no added MFR, F2 with 25% MFR, F3 with 50% MFR, F4 with 50% MFR, but also with added whey protein and xanthan gum to further increase the nutritional values. These formulations were subjected to evaluation of the coefficient of expansion and density, physicochemical and microbiological analysis. Among all the formulations, the one that showed the best performance was F4, which had the best nutritional results, especially in terms of protein (18,07 ± 1,06 %), lipid (15,55 ± 0,15 %) and fiber (2,80 ± 0,26 %) content. It was also the only one to reach the minimum value required to be classified as a protein source. The counts of molds and yeasts, Escherichia coli and Positive Coagulase Staphylococcus of the chosen formulation (F4) were within the limits defined by the legislation as acceptable, but the Bacillus Cereus count was slightly higher. Therefore, the need to apply a prior treatment to the malt residue for its reuse in food formulation has become evident, thus ensuring greater microbiological safety for consumption.

Keywords: Brewery Co-Product. Bakery Products. Nutritional Enrichment. Functional Foods.

RESUMEN
Brasil ocupa el tercer lugar entre los mayores productores de cerveza del mundo, solo por detrás de China y Estados Unidos. Sin embargo, esta alta producción presenta el desafío de generar grandes volúmenes de residuos sólidos y líquidos en las industrias. La reutilización de los residuos de malta del proceso productivo, de alto valor nutricional y ricos en fibra y proteína, se convierte en una excelente alternativa para la elaboración de pan, barras de cereales, galletas y otros productos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue desarrollar y analizar las características fisicoquímicas y microbiológicas de galletas proteicas producidas a partir de residuos de malta del proceso cervecero. Para ello, se desarrollaron cuatro formulaciones con diferentes porcentajes de harina de residuo de malta (MRF): control (F1) sin MRF añadido, F2 con 25% de MRF, F3 con 50% de MRF y F4 con 50% de MRF, pero con la adición de proteína de suero y goma xantana para mejorar aún más los valores nutricionales. Estas formulaciones se sometieron a evaluaciones del coeficiente de expansión y densidad, análisis fisicoquímicos y análisis microbiológicos. Entre todas las formulaciones, la que demostró el mejor rendimiento fue la F4, que presentó los mejores resultados nutricionales, destacando el contenido de proteína (18,07 ± 1,06), lípidos (15,55 ± 0,15) y fibra (2,80 ± 0,26). Además, fue la única que alcanzó el valor mínimo requerido por la ley para ser clasificada como fuente de proteína. Los recuentos de mohos y levaduras, Escherichia coli y estafilococos coagulasa positivos de la formulación seleccionada (F4) se encontraban dentro de los límites legales aceptables; sin embargo, el recuento de Bacillus cereus mostró un resultado ligeramente superior. Por lo tanto, se hizo evidente la necesidad de aplicar un pretratamiento al residuo de malta para su reutilización en la formulación de alimentos, garantizando así la seguridad microbiológica para el consumo.

Palabras clave: Subproductos de Cervecería. Productos Horneados. Enriquecimiento Nutricional. Alimentos Funcionales.

1 INTRODUÇÃO

A cerveja, uma das bebidas mais consumidas do mundo, é 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, hipótese em que uma parte da cevada malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro (Brasil, 2019).

De acordo com a Forbes Portugal (Peralta, 2023), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de cerveja, atrás apenas da China e dos Estados Unidos. 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. A produção de cerveja 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 (Rabello, 2009; 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 et al., 2012).

O bagaço de malte é um coproduto constituído basicamente pelas cascas da cevada maltada além de nutrientes residuais (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 o valor agregado, além de beneficiar o meio ambiente e a indústria alimentícia (Ferreira, 2017). Essa farinha, assim como as farinhas de coprodutos em geral, pode ser utilizada como alternativa para substituição parcial da farinha de trigo (Rosell, 2009).

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. Alimento funcional é 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 (Anvisa, 2002). De acordo com Couri e Matta (2021), entre os principais alimentos considerados como funcionais, pode-se destacar as fibras alimentares.

Impulsionadas pela popularização das atividades físicas nas redes sociais e pela crescente adoção de hábitos saudáveis, as dietas ricas em proteínas vêm ganhando destaque. Com o tempo, a

qualidade e a variedade das proteínas disponíveis evoluíram, conquistando novos consumidores, para além do público frequentador de academias. De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres (ABIAD, 2022), o segmento de proteínas, também conhecido como concentrados proteicos, registrou um crescimento de 28% entre os anos de 2020 e 2021.

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, ou proteína do soro do leite, 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 coalhado 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 et al., 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 e microbiológicas de biscoitos proteicos produzidos a partir do resíduo de malte proveniente do processo de fabricação de cerveja.

2 MATERIAL E METODOS

2.1 OBTENÇÃO DA FARINHA DE MALTE

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 massa constante, o que foi alcançado em aproximadamente 28 horas. Após resfriamento até temperatura ambiente, a massa seca passou pelo processo de moagem no moinho de facas (LUCA-226/2). A farinha obtida foi padronizada em peneira de 250 µm de abertura, de acordo com a granulometria estabelecida para farinhas pela Instrução Normativa N. 8 (Brasil, 2005). Após o preparo, a farinha foi embalada a vácuo (GSVAC 420) em

embalagem de polietileno de baixa densidade, e armazenada em refrigeração até a realização das análises físico-químicas nos laboratórios da UFPR campus Jandaia do Sul.

2.2 OBTENÇÃO DO WHEY PROTEIN E DOS DEMAIS INGREDIENTES

O whey protein utilizado (Growth Supplements) foi o de sabor neutro. Conforme sua tabela nutricional, cada porção de 30 g contém 24 g de proteína. Os demais ingredientes foram obtidos no comércio local de Jandaia do Sul – PR.

2.3 PREPARO DO BISCOITO

Para o preparo do biscoito foram avaliadas, inicialmente, três diferentes formulações conforme indicado na Tabela 1.

TABELA 1 - FORMULAÇÕES DO BISCOITO CONTROLE (F1) E COM RESIDUO DE MALTE (F2 E F3)

Ingredientes	**F1**	**F2**	**F3**
Farinha de Trigo tipo 1	190 g	142,5 g	95 g
Farinha do Bagaço de Malte	0 g	47,5 g	95 g
Manteiga	80 g	80 g	80 g
Leite integral	70 mL	70 mL	70 mL
Fermento em pó	3,5 g	3,5 g	3,5 g
Sal	1 g	1 g	1 g

FONTE: Os autores (2025).

A primeira formulação, denominada de controle (F1), 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.

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 de whey protein para enriquecer o valor proteico, visando manter as características sensoriais e agregando valor nutricional para os biscoitos. A formulação melhorada do biscoito (F4) é apresentada na Tabela 2.

TABELA 2 – FORMULAÇÃO MELHORADA (F4) COM ADIÇÃO DO WHEY PROTEIN E GOMA XANTANA

Ingredientes	Quantidade
Farinha de Trigo	95 g
Farinha do Bagaço de Malte	95 g
Manteiga	40 g
Whey Protein	20 g
Goma Xantana	4 g
Água	15 mL
Leite integral	70 mL
Fermento em pó	3,5 g

FONTE: Os autores (2025).

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 espessura de 0,2 cm. Foi feito o corte dos biscoitos em formato retangular 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.

2.4 AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE EXPANSÃO E DA DENSIDADE

Foram selecionadas três amostras cruas com tamanhos semelhantes de cada formulação (F1, F2, F3 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 coeficiente de expansão foi calculado a partir da equação 1 e para determinação da densidade do biscoito foi utilizada a equação 2, conforme proposto por Bolanho e Danesi (2014).

$$CoeficientedeExpansão = \left(\frac{volume\ do\ biscoito\ assado - volume\ do\ biscoito\ cru}{volume\ do\ biscoito\ cru}\right) \cdot 100 \qquad (1)$$

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad (2)$$

Onde:

ρ = Densidade

m = Massa (g)

V = Volume (cm^3)

2.5 ANÁLISES FISICO-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.

2.5.1 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 massa constante.

2.5.2 Cinzas totais

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

2.5.3 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 40mL de destilado. Em seguida titulou-se o destilado com solução padrão de HCl 0,1N até a viragem do indicador.

2.5.4 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.

2.5.5 Determinação da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN)

O procedimento da análise de FDN seguiu o protocolo descrito por Silva e Queiroz (2006) 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.

Esses 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 α-amilase termoestável. Os frascos foram acondicionados na autoclave à temperatura de 121 ºC 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 ºC 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).

$$\%FDNma = \left(\frac{FDN}{MA}\right) \cdot 100 \qquad (3)$$

$$FDN = (Saquinho + FDN) - Saquinho \qquad (4)$$

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).

2.5.6 Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o programa Statistica7®. Os resultados são apresentados como média e desvio padrão de três repetições.

2.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

2.6.1 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 ºC por um

período de 24 horas conforme o protocolo de Silva et al. (2017). Os resultados foram expressos em UFC/g.

2.6.2 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 ºC por um período de 5 a 7 dias e os resultados foram expressos em UFC/g.

2.6.3 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 ºC por 24 horas. Os resultados foram expressos em UFC/g.

2.6.4 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 (F1, F2, F3 e F4) e três amostras de biscoitos assados para o cálculo do coeficiente de expansão e densidade, conforme especificado na metodologia do trabalho. Na Figura 1 podem ser observadas as características dos biscoitos após assamento. Os biscoitos apresentaram-se finos e crocantes, com

coloração mais escura nos biscoitos das formulações com farinha de resíduo de malte (F2, F3 e F4), comparado ao controle (F1) com 100% farinha de trigo.

FIGURA 1 – FORMULAÇÕES DOS BISCOITOS F1, F2, F3 e F4, DEPOIS DE ASSADAS

Fonte: Os autores (2025).

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 Perez e Germani (2007) 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 granulosidade fina e textura macia do produto, o fermento que libera CO_2, 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 e Germani, 1994).

Os resultados referentes a expansão do biscoito estão representados na Tabela 3. Observa-se um contraste significativo nos valores do coeficiente de expansão. A formulação controle (F1), 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.

TABELA 3 – COEFICIENTE DE EXPANÇÃO DE CADA FORMULAÇÃO

Formulação	Coeficiente de Expansão (%)
F1	52,26
F2	27,14
F3	-2,36
F4	-18,6

FONTE: Os autores (2025).

A redução do percentual de farinha de trigo afeta a concentração das proteínas formadoras da rede de glúten na massa e, consequentemente, as características viscoelásticas dos biscoitos (Das 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 e no sabor do que na expansão (GERNAH et al., 2010).

Por outro lado, produtos excessivamente densos ou duros podem ser vistos como menos atrativos pelo consumidor. Portanto, é fundamental garantir um equilíbrio na textura geral, considerando a densidade. A Tabela 4 apresenta a densidade dos biscoitos crus (BC) e dos biscoitos assados (BA), para as diferentes formulações.

TABELA 4 – DENSIDADE DOS BISCOITOS CRUS (BC) E ASSADOS (BA).

Formulações	Densidade BC	Densidade BA
F1	1,81	0,96
F2	1,46	0,86
F3	1,34	1,13
F4	1,91	1,63

FONTE: Os autores (2025).

Com base nos resultados apresentados na Tabela 4, observou-se uma redução significativa nas densidades ao comparar o biscoito cru com o biscoito assado, para as formulações F1 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 apresentam 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 FISICO-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 5. 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 5 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE DIFERENTES FARINHAS

Amostra	Cinzas	Proteína	Umidade	Lipídeos	Carboidratos	Fibras
FT[1]	0,64	10,7	11,8	1,36	75,5	2,58
FTI[1]	1,69	11,6	15,4	1,31	70	12,8
FRM[2]	3,52	20,81	5,83	6,05	63,77	23,0

[1]FT = Farinha de trigo; FTI = Farinha de trigo integral; FONTE: TBCA (2023). [2] FRM = Farinha de resíduo de malte.
FONTE: Os autores (2025).

Conforme a RDC nº 711 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2022), 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.

A composição do bagaço de malte determinada por Rigo et al. (2017), 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 et al. (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 pode sofrer variação devido a diferentes fatores, como tipo de cevada, tempo de colheita, processos tecnológicos empregados, procedimento utilizado 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 as 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 (FRM) pode ser considerada uma ótima alternativa 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 aos da FRM.

3.3 CARACTERIZAÇÃO FISICO-QUÍMICA DOS BISCOITOS

Na Tabela 6, são apresentados os valores encontrados para a composição das diferentes formulações dos biscoitos.

TABELA 6 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS DIFERENTES FORMULAÇÕES DE BISCOITOS

Formulações	%Cinzas	%Proteína	%Umidade	%Lipídeos	%Carboidratos	%Fibras
F1	$1,92^{c}$±0,02	$10,40^{c}$ ±0,13	$7,54^{a}$±0,02	$26,15^{b}$ ±0,17	$53,97^{b}$ ±0,03	$1,56^{b}$ ±0,03
F2	$2,27^{b}$ ±0,11	$14,88^{b}$ ±0,41	$3,51^{c}$ ±0,17	$25,71^{b}$ ±0,06	$53,26^{b}$±0,30	$1,57^{b}$±0,02
F3	$2,74^{a}$ ±0,01	$16,75^{a}$ ±0,39	$2,05^{d}$ ±0,09	$28,30^{a}$ ±0,13	$48,91^{c}$ ±0,88	$2,28^{a}$±0,04
F4	$2,75^{a}$ ±0,00	$18,07^{a}$ ±1,06	$7,00^{b}$ ±0,25	15,55c ±0,15	$57,19^{a}$ ±1,19	$2,80^{a}$ ±0,26

Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
FONTE: Os autores (2025).

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 nome dado ao resíduo inorgânico que resta após a combustão da matéria orgânica, a qual se transforma em CO_2, H_2O e NO_2. 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 et al., 2010). 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, sendo que o 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, hidrocoloide que presenta 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 e 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 Adebowale et al. (2012), alimentos assados como bolos, biscoitos e pães com alto teor de umidade estimulam o crescimento 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 1° 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.

O teor de lipídios variou entre 28,30 e 15,55%. A formulação que apresentou maior teor foi a F3 (28,30%), seguida pela F1 (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 et al. (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, atendendo ao objetivo do estudo de desenvolver 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, consequentemente, o valor calórico.

Para Rigo (2014) 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 de subprodutos, como o bagaço de malte, na forma de farinha. Observou-se um aumento significativo no teor de fibras comparando as formulações F1 e F2, as quais não diferiram 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 à

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.

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 de whey protein combinado a farinha de resíduo de malte, porém o aumento foi inferior ao esperado. Já a formulação com o menor teor de proteínas foi a controle (F1), que continha farinha de trigo sem 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 foco 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.

Conforme a Instrução Normativa nº 75 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (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 n° 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 não atingiu o valor mínimo para ser considerado fonte de proteína, então foi desenvolvida uma formulação melhorada, a F4, visando aumentar o teor de proteínas por porção de referência e reduzir o teor de lipídios.

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 7 apresenta o teor de proteínas com base na porção de referência de cada formulação.

TABELA 7 – TEOR DE PROTEÍNAS NA PORÇÃO DE REFERÊNCIA PARA CADA FORMULAÇÃO

Formulação	g de proteínas em 30g
F1	3,12
F2	4,46
F3	4,95
F4	5,59

FONTE: Os autores (2025).

O consumo de proteína é fundamental para o desenvolvimento humano, sendo que os aminoácidos essenciais só podem ser obtidos por meio da alimentação (Grigg, 1995). 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 et al., 2009).

3.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS FORMULAÇÕES

Tendo em vista os resultados da composição dos biscoitos, especialmente no que diz respeito ao teor de proteínas, a formulação escolhida para continuidade do estudo foi a F4. Os resultados obtidos nas análises microbiológicas da F4, são apresentados na Tabela 8.

TABELA 8 – CONTAGEM DE MICRORGANISMOS PARA FORMULAÇÃO F4.

Microrganismo	**Contagem (UFC/g)**
Bacillus cereus	$2{,}7x10^4$
Estafilococos Coagulase Positiva	$6{,}5x10^2$
Escherichia coli	$3{,}5x10^1$
Bolores e Leveduras	$1{,}0x10^3$

FONTE: Os autores (2025).

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 8.

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. Outro fator que pode ter contribuído para a conservação foi o armazenamento em embalagem a vácuo, o que contribuiu para a inibição dos microrganismos que dependem da presença de oxigênio, como é o caso dos bolores.

Para contagem de *E. coli* os resultados encontrados no presente estudo (3,5x10 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 (Feng et al., 2002). 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.

A contagem de Estafilococos Coagulase Positiva ficou dentro do limite máximo permitido pela legislação (Brasil, 2022), que é de 10^3 UFC/g. O valor obtido no presente trabalho foi de $6{,}5x10^2$ atendendo os padrões estabelecidos. Segundo Jordá (2012), os estafilococos possuem crescimento entre 7 °C e 46 °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 alimentar.

Por outro lado, os resultados obtidos para *B. cereus* (Tabela 8) ficaram acima do aceitável estabelecido pela IN 161 (BRASIL,2022). 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 dessa 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 termo resistentes, 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, inclusive dos esporos.

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 foi a formulação F4. A principal vantagem dessa formulação desenvolvida é produzir 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 térmico prévio ao uso do resíduo de malte para garantir a segurança microbiológica do alimento.

REFERÊNCIAS

ABIAD, Associação Brasileira da Industria 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. 2025

ADEBOWALE, A. A. et al. Functional properties and biscuit making potentials of sorghum-wheat flour composite. American Journal of Food Technology, 7(6):372-379, 2012.

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

BOMBO, A. J. Obtenção e caracterização nutricional de snacks de milho (Zea mays L.) e linhaça (Linum usitatissimum L.). Dissertação (Mestrado em Saúde Pública), Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). 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 n° 161, de 1° 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.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa n° 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.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 711, de 01 de julho de 2022. Estabelece os 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, H. S. O. Avaliação mineral dos maltes usados na produção de cerveja artesanal do estilo cream ale e do bagaço de malte gerado. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2021.

BRZOZOVSKI FILHO, G. A.; RENOSTO, N. F.; BALESTRIN, T. S. Produção de suplemento (whey protein) concentrado e isolado a partir de soro de leite. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2021.

DAS CHAGAS, E. G. L. 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 al. 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.

COURI, S.; MATTA, V. M. Alimentos funcionais. Embrapa, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/qualidade/nutricional/alimentos-funcionais#:~:text=Entre%20as%20principais%20classes%20de,pelas%20enzimas%20digestivas%2C%20que%20contribuem. Acesso em: 23 out 2025.

CORDEIRO, L. G.; EL-AOUAR, Â. A.; GUSMÃO, R. P. 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. Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinhas mistas na produção de biscoitos. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. v. 6, 47 p.

FELLOWS, P. J. Food processing technology: principles and practice. Woodhead publishing, 2022.

FERREIRA, M. S. B. 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.

FENG, P.; WEAGANT, S.D.; GRANT, M.A.; BURKHARDT, W. Numeration of Escherichia coli and the coliform bacteria. Bacteriologycal analytical manual, v. 4, p. 1-14, 2002. Disponível em: http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam4.html. Acesso em: 22 out. 2025.

GERNAH, D. I.; AKOGWU, A. M.; SENGEV, A. I. Quality evaluation of cookies produced from composite blends of wheat flour and African locust bean (Parkia biglobosa) fruit pulp flour. Nigerian Journal of Nutritional Sciences, v. 31, n. 2, p. 20-24, 2010.

GOULART, S. M. et al. Barra de cereal adicionada da alga Porphyra tenera: caracterização sensorial, físicoquímica e nutricional. Gerais: Revista de Saúde Pública do SUS/MG, v. 2, n. 1, p. 115-120, 2017.

GRIGG, David. The pattern of world protein consumption. Geoforum, v. 26, n. 1, p. 1-17, 1995.

HOFFMANN, F. L. Fatores limitantes à proliferação de micro-organismos em alimentos. Brasil alimentos, v. 9, n. 1, p. 23-30, 2001.

IHEKORONYE, A. I.; NGODDY, P. O. Integrated food science and technology for the tropics. Publisher: Macmillan, 1985.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. 1 ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JORDÁ, G. 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, D. D.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; PRUDENCIO, S. H. 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.

MENDES, R. A. 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. 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, 2013.

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, 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, R. G.; DONATO JUNIOR, J.; TIRAPEGUI, J. Dieta rica em proteína na redução do peso corporal. Revista de Nutrição, v. 22, p. 105-111, 2009.

PERALTA, H. C. 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/. Acesso em: 23/02/2026.

PESSANHA, M. D. F. Propiedades 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, 2016.

RABELLO; F. F. P. Produção de Cerveja. Revista Agrogeoambiental, p. 145-155, dez, 2009.

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

RIGO, M. 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.

ROSELL, C. M. Enzymatic manipulation of gluten-free breads. Gluten-free food science and technology. Wiley Online Library, 2009. p. 83-98

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. 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. 2025

TORTORA, G. Microbiologia. 12ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TROMMER, M. W. 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.