

REAPROVEITAMENTO DO BAGAÇO DE MALTE NA ELABORAÇÃO DE ALIMENTOS FUNCIONAIS

REUSE OF MALT MAGASS IN THE PREPARATION OF FUNCTIONAL FOODS

Arlete de Oliveira Fernandes ¹

Enéias Maffezzolli ²

Luana Gabrieli Bach Rupolo ³

Rafaela Bohaczuk Venturelli Knop ⁴

Ricardo Siewerdt ⁵

Raquel Bonati Moraes Ibsch ⁶

RESUMO: O reaproveitamento de resíduos da indústria de alimentos é uma tendência crescente impulsionada pela busca por sustentabilidade, economia circular e redução de impactos ambientais. Entre os subprodutos mais promissores está o bagaço de malte, gerado em grandes volumes pelas cervejarias. Rico em fibras, proteínas e compostos bioativos, esse resíduo apresenta elevado potencial para aplicação em produtos alimentícios funcionais, contribuindo para o desenvolvimento de alimentos mais saudáveis e de alto valor agregado. Além disso, seu reaproveitamento pode reduzir os custos de descarte e promover práticas industriais mais responsáveis, alinhadas às demandas por inovação sustentável no setor alimentício. Desse modo, este estudo destacou a utilização do bagaço de malte em algumas receitas aplicadas à alimentação humana. Para tanto, o processo de coleta deve ser realizado logo após o descarte, ao final da produção da cerveja, uma vez que se trata de uma matéria-prima que se deteriora rapidamente. Nesta pesquisa, o bagaço foi seco e moído e utilizado em quatro receitas diferentes, sendo duas doces e duas salgadas: bolo de maçã, brownie de chocolate, bolinho de linguiça calabresa e queijo, e pão salgado com ervas finas. Após o preparo, os produtos foram submetidos à avaliação sensorial, apresentando boa aceitação tanto nas versões doce quanto salgada. Dessa forma, o objetivo da pesquisa fica evidenciado, confirmando o potencial do bagaço de malte para o aproveitamento na alimentação humana e promovendo práticas mais sustentáveis.

Palavras-chave: bagaço de malte; reaproveitamento; alimentos.

ABSTRACT: *The reuse of food industry residues is a growing trend driven by the pursuit of sustainability, circular economy, and the reduction of environmental impacts. Among the most promising by-products is brewers' spent grain, produced in large quantities by breweries. Rich in fiber, proteins, and bioactive compounds, this residue has significant potential for application in functional food products, contributing to the development of healthier, high-value-added foods. Furthermore, its reuse can reduce disposal costs and promote more responsible industrial practices aligned with the demands for sustainable innovation in the food sector. Thus, this study highlighted the use of malt pomace in some recipes applied to human nutrition. To achieve this, the*

¹ Acadêmica do curso de Engenharia Química - UNIFEBE. *E-mail:* arlete.fernandes@unifebe.edu.br

² Mestre em Eng. Química. Docente - UNIFEBE. *E-mail:* leneias.maffezzolli@unifebe.edu.br

³ Mestre em Ciência e Tec Ambiental. Docente - UNIFEBE. *E-mail:* luana.rupolo@unifebe.edu.br

⁴ Doutora em Eng. Química. Docente - UNIFEBE. *E-mail:* rafaela.knop@unifebe.edu.br

⁵ Mestre em Educação. Docente - UNIFEBE. *E-mail:* ricardo.siewerdt@unifebe.edu.br

⁶ Mestre em Eng. Química. Docente e Orientadora - UNIFEBE. *E-mail:* raquel.moraes@unifebe.edu.br

collection process must be conducted immediately after disposal, at the end of beer production, as this raw material deteriorates quickly. In this research, we dried the spent grain, milled it, and used it in four different recipes—two sweet and two savories: apple cake, chocolate brownie, calabrese sausage and cheese bites, and savory bread with fine herbs. After preparation, the products underwent sensory evaluation, showing good acceptance in both sweet and spicy versions. Thus, we reached the objective of demonstrating the potential of brewers' spent grain for human food applications and promoting more sustainable practices.

Keywords: *malt pomace; reuse; food.*

1 INTRODUÇÃO

O número de cervejarias registradas no Brasil, em 2023, apresentou um crescimento de 6,8%, totalizando 1.847 estabelecimentos. Esse aumento representa 118 novas cervejarias, conforme dados do anuário da cerveja 2024. Outro dado importante é o aumento de exportações e a diminuição das importações de cervejas, impulsionando o mercado interno (Brasil, 2024).

Ainda segundo o Anuário da Cerveja 2024, publicado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), é apresentada a evolução constante do setor cervejeiro no Brasil, destacando não apenas o crescimento no número de cervejarias e no volume de exportações, mas também a preferência crescente dos brasileiros pelas cervejas nacionais. Com um mercado em expansão e consumidores cada vez mais exigentes, o futuro da cerveja no Brasil promete ser ainda mais próspero e diversificado. Com o número crescente de cervejarias, consequentemente, há um aumento dos resíduos provenientes dessa produção.

O processo de produção de cerveja gera em torno de 60 resíduos sólidos e líquidos, nos quais podem ser incluídos: o bagaço de malte, a levedura de cerveja, sedimento das dornas (*trub*), gases, resíduos de envase (Rodrigues, 2022). É na produção do mosto, mais especificamente na etapa de fervura, na qual ocorre a formação do *trub* (resíduo de lúpulo) quente (Asevedo; Fontoura; Santos, 2020).

Dentre esses resíduos, o bagaço de malte, chamado em inglês de *Beer Spent Grain (BSG)*, é considerado o principal, por corresponder a cerca de 85% dos resíduos gerados. Esse montante, quando descartado de maneira inadequada, representa, em escala mundial, um grande problema (Mussatto *et al.*, 2008; Townsley, 1979).

Segundo Mussatto *et al.* (2008), esses resíduos possuem características que possibilitam, em muitos casos, serem reutilizados em outros processos industriais, o que, além de auxiliar na sua gestão, podem ser transformados em matérias-primas para a produção de novos produtos, em vez de serem descartados.

Considerado um resíduo lignocelulósico gerado em abundância pela indústria cervejeira, o bagaço de malte é constituído basicamente pela casca do malte e restos de polpa (endosperma do grão), rico em fibras (aproximadamente 70%), proteínas (entre 15 e 26,2%), lipídeos (entre 3,9 e 10%), cinzas (2,5 a 4,5%), aminoácidos, vitaminas e compostos fenólicos. O bagaço é geralmente utilizado na alimentação animal de ruminantes e aves, e pesquisas abordam a sua utilização também na alimentação humana, na forma de produtos de panificação (Saraiva, 2018).

Em termos de composição, o bagaço de malte possui um elevado teor de fibras, além de compostos fenólicos e atividade antioxidante (Morosini, 2018).

Sabemos que a alimentação é um processo fundamental na vida das pessoas. Porém, é necessário que nossa alimentação seja variada a fim de oferecer, de maneira equilibrada, os nutrientes básicos (carboidratos, proteínas, lipídeos, vitaminas e sais minerais) de que precisamos para o crescimento, manutenção da saúde e do bem-estar. Nos últimos anos, a maioria da população vem tomando consciência da importância de uma alimentação saudável e funcional (Cañas; Braibante, 2024).

Segundo Araya e Lutz (2003), o termo “alimento funcional” foi utilizado pela primeira vez em 1984, no Japão, por meio de programas governamentais, visando desenvolver alimentos saudáveis para uma população com elevada expectativa de vida. A partir de então, o interesse por uma alimentação saudável, e as evidências científicas de que os alimentos funcionais são benéficos para a saúde vêm contribuindo para o consumo desses alimentos (Pinheiro; Cerqueira; Vicente, 2013).

Em sua revisão bibliográfica, Silva e Orlandelli (2019) explicam que a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) não define alimento funcional, mas sim a alegação de propriedade funcional e estabelece as diretrizes para sua utilização e as condições de registro para alimentos com alegação de propriedade funcional. Os componentes funcionais podem ser classificados de duas formas: quanto à fonte, de origem natural, seja vegetal ou animal, e quanto aos benefícios que oferecem, atuando em seis áreas do organismo: sistema gastrointestinal, sistema cardiovascular, metabolismo de substratos, crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular, comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes (Henrique *et al.*, 2018).

Diante das informações apresentadas, este estudo tem por objetivo reutilizar o bagaço de malte, considerado um composto com grande potencial de retorno, seja financeiro, seja para a alimentação, além das considerações referentes a minimizar impactos ambientais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PRODUÇÃO DE CERVEJA

A cerveja deve ser produzida obrigatoriamente de cevada, mas às vezes, podem ser acrescentados a ela outros cereais, como trigo, aveia, arroz, milho, embora esses sejam bem mais difíceis de maltear. Em outras ocasiões, podem ser utilizados com adjuntos *não maltados* – inscrição facilmente encontrada nas cervejas produzidas pelas grandes cervejarias. O grão de cevada é muito parecido com o trigo. Na composição da cerveja, ele é a principal fonte de amido, cuja estrutura é modificada no processo de maltagem (Morado, 2017).

Segundo Rosa e Afonso (2014), o processo de produção da bebida pode ser dividido basicamente em quatro etapas principais, sendo elas: 1-brassagem; 2-maturação e fermentação; 3-filtração; 4-pasteurização e envasamento.

O processo de brassagem tem início na chamada sala de fabricação, onde o malte e adjuntos são misturados à água e cozidos visando a obtenção do mosto. Segundo Tozzeto (2017), o mosto pode ser definido como uma solução aquosa de açúcares que serve para alimentar as bactérias que realizam a fermentação, dando origem ao álcool. Essa etapa é subdividida nos seguintes processos:

- **Moagem:** visa o rompimento da casca do grão do cereal para exposição do amido interno, realizado em equipamentos como moinhos de rolo ou martelos.
- **Maceração:** consiste na mistura dos grãos moídos com água aquecida a uma temperatura em torno de 65 °C com o intuito de ativar as enzimas presentes nos grãos.
- **Filtração:** após a maceração, a temperatura do mosto cai de 80 °C a 100 °C para cerca de 75 °C a 78 °C em um trocador de calor, passando por um filtro para remoção das cascas presentes. O resíduo sólido gerado é denominado de bagaço de malte.

- **Fervura do mosto:** o mosto é então aquecido a uma temperatura de 100 °C por um período de 60 a 90 minutos para ocorrer sua estabilização.
- **Clarificação:** a presença de partículas residuais ou de outras fontes pode comprometer a qualidade do próximo processo de fabricação da cerveja, o qual é a fermentação. Com isso, realiza-se, na maioria das vezes, um processo de decantação, resultando do resíduo chamado trub grosso;
- **Resfriamento:** após a realização do processo de clarificação, o mosto é resfriado em um trocador de calor a uma temperatura que chega entre 6 °C e 12 °C, preparando-o para a fermentação (Lamarca, 2022).

Após o resfriamento, o mosto recebe a levedura (fermento) e é armazenado nos fermentadores, que são tanques destinados a esta função. Acondicionado, o fermento transforma o açúcar em álcool e gás carbônico, alcançando a energia necessária para sua sobrevivência. Nesse processo, deve-se manter um controle preciso da temperatura que varia entre 10 °C e 13 °C, para que o fermento produza cerveja com o sabor esperado. A levedura produz também substâncias responsáveis pelo sabor e aroma da bebida, embora em quantidades pequenas (Sindcerv, 2019).

Finalizada a etapa de maturação, a cerveja passa por filtração para a retirada de partículas em suspensão, principalmente células de levedura e substâncias de cor desagradável (como pectina e a proteína retirada da proteção rígida do lúpulo), com o objetivo de proporcionar limpidez à bebida. O resíduo sólido gerado nesta etapa do processo é chamado de torta de filtração ou trub fino, contendo altos índices de nitrogênio (Lamarca, 2022).

Última fase do processo produtivo, o envase consiste na colocação da cerveja pronta em recipientes, sendo os mais comuns barris, garrafas ou latas, para o produto ser comercializado. Deve-se ter grande cuidado nesta etapa com possíveis fontes de contaminação, perda de gás e contato da bebida com nitrogênio, garantindo a qualidade da cerveja (Silva *et al.*, 2018).

Por fim, as bebidas envasadas em garrafas e latas seguem para o processo de pasteurização, já as envasadas em barris não passam por esse processo, consequentemente possuindo uma menor vida de prateleira por não passar por um processo de esterilização (Lamarca, 2022).

O resíduo da filtração da produção cervejeira, o bagaço de malte (BSG), é o principal subproduto da indústria cervejeira, constituindo 85% do total do que é gerado no processo de produção da cerveja. (Allegretti *et al.*, 2022).

Para Lynch, Steffen e Arendt (2016), o BSG é um material lignocelulósico em cuja composição os principais constituintes são hemiceluloses, celulose, proteínas e lignina, e os altos teores de fibras e proteínas o tornam fundamental para diversas aplicações. Além dessa composição, o BSG também possui aminoácidos, minerais, lipídios e cinzas. Segundo Mussato (2014), trata-se de um subproduto riquíssimo, podendo ser utilizado como matéria-prima para aplicação em diversas áreas devido ao grande volume gerado, baixo custo de obtenção e disponibilidade durante o ano todo.

É importante ressaltar que existe um movimento das empresas em direção às mudanças no ambiente de negócios, com inserção de novas tecnologias, estratégias e práticas mais sustentáveis (Rodrigues, 2022). Essa movimentação das empresas atende aos princípios da economia circular e exerce papel fundamental para a redução do impacto ambiental por buscar reduzir o descarte de resíduos. Essa prática fortalece toda a cadeia de reciclagem e reutilização dos resíduos, além de buscar uma produção mais sustentável. Isso viabiliza a otimização do uso de recursos, promovendo a inovação tecnológica, facilitando a criação de soluções eficientes no que se refere ao gerenciamento dos resíduos, trazendo inúmeros benefícios ao meio ambiente, à economia e à sociedade (Ohde *et al.*, 2018; Rodrigues, 2022).

Em um estudo realizado por Pestana (2022), sobre a reutilização do bagaço de malte, publicado pela Universidade de Minho, em Portugal, os pesquisadores revelaram que o bagaço de malte, ou resíduo úmido de cerveja, representa cerca de 85% dos subprodutos advindos do processo produtivo da cerveja. E a cada 100 litros de cerveja produzidos, são gerados 20 kg de bagaço. A pesquisa concluiu, ainda que, apesar da grande disponibilidade, esse resíduo orgânico recebeu pouca atenção como uma mercadoria comerciável. No entanto, devido à sua composição química, rica em carboidratos e compostos fenólicos, pode ser valiosa como matéria-prima em diversos processos para a produção de compostos de valor agregado. O bagaço possui excelentes características para reaproveitamento como matéria-prima para a produção de xilitol (adoçante natural), ácido láctico (usado pela indústria alimentícia e cosmética) e compostos fenólicos (antioxidantes importantes do ponto de vista nutricional).

Outro estudo, realizado por Mussato *et al.* (2006), submeteu o bagaço de malte a um processo de hidrólise com ácido sulfúrico diluído, visando produzir um hidrolisado contendo xilose como açúcar principal. Os hidrolisados com diferentes concentrações de xilose foram empregados como meio de fermentação pela levedura *Candida guilliermondii*, para produção de xilitol. Os resultados revelaram que o hidrolisado de bagaço de malte apresenta grande potencial para a produção biotecnológica de xilitol, uma vez que elevados fatores de conversão de substrato em produto foram obtidos nos processos fermentativos.

Pabbathi (2022) afirma que é possível obter ácido láctico de biomassa lignocelulósica, sendo esse sacarificado por meio de métodos químicos ou então por fermentação realizada por bactérias ácido lácticas, tais como: *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus pentosus* e *Lactobacillus rhammosus*.

Outras áreas de utilização do bagaço de malte são a produção de farinha (Rêgo e Brito, 2021), de bioetanol (Lima *et al.*, 2014), de ração animal (Gomes, 2010), de carvão ativado (Franciski, 2018), de pectinases (Da Silva *et al.*, 2021), de *gelato* cervejeiro (Nascimento, 2020), entre outras aplicações; porém, mesmo com todas as áreas de reaproveitamento deste resíduo descritas, os reaproveitamentos não conseguem recorrer ao uso de todo o bagaço de malte gerado.

2.2 MALTAGEM

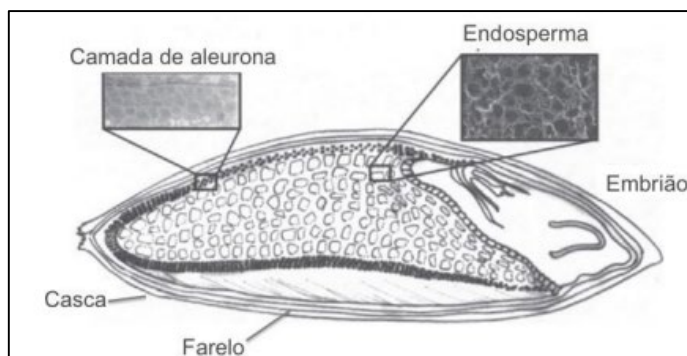
A cevada é o principal cereal utilizado mundialmente para o processo de maltagem, podendo-se utilizar as cevadas dísticas (mais amido e menos proteína) ou as cevadas hexásticas (menos amido) para a produção de malte (Gupta *et al.*, 2010).

Tipicamente, a casca representa cerca de 10-12% do peso seco total do grão de cevada (Palmer, 2006), no entanto, esse valor pode chegar até aos 25%, dependendo de fatores como a variedade de cevada cultivada e as condições climáticas durante o crescimento da planta (Evers *et al.*, 1999).

O grão de cevada é formado por uma cariopse revestida por uma casca (Figura 1) que desempenha uma importante função protetora desde a colheita (Olkku *et al.*, 1995) até o processo de maltagem (Meredith *et al.*, 1962).

A casca é composta por β -glucanas, celulose, lenhina e pentosanas que se encontram presentes como componentes das paredes celulares (Lewis e Young, 1995). É também possível encontrar na sua composição compostos fenólicos e substâncias minerais (Briggs, 1978).

Figura 1 – Estrutura de um grão de cevada



Fonte: Adaptado de Fox (2010).

O processo de maltagem pode ser descrito, de uma forma bastante sucinta, como consistindo na germinação e secagem controladas do grão de cevada. É o processo de conversão do cereal em malte, fundamental para a qualidade e a personalidade da cerveja. A composição do malte é responsável pela cor e pelo paladar da bebida e também influi diretamente na espuma e no corpo da cerveja. Além disso, no processo de fabricação da cerveja, o fermento (leveduras) irá converter os açúcares fermentáveis do malte em álcool e gás carbônico (Morado, 2017).

Para transformar o cereal em malte, os grãos são umedecidos a ponto de iniciarem a germinação. Quando o grão começa a germinar, produz enzimas que quebram parcialmente o amido e as proteínas. A intensidade desta quebra é chamada grau de modificação do malte, e é fundamental na formação do sabor e dos aromas do malte. Nesse ponto, temos o malte verde que, após a secagem ou torrefação, se tornará o malte propriamente dito – matéria-prima tanto na fabricação da cerveja quanto na de uísque (Morado, 2017).

Como o processo de secagem e de torrefação determina a cor (quanto mais torrado o malte, mais escura a cerveja), o aroma (caramelo, chocolate, café etc.) e algumas outras características importantes do produto final, sua escolha permite ao cervejeiro uma ampla variedade de combinações (Lima; Filho, 2011).

Os grãos secos a temperaturas mais baixas produzem maltes para uma cerveja dourada como a *Pilsner*, apresentando um malte com característica suave, leve e doce. O malte claro da clássica cerveja britânica é resultado da secagem dos grãos em temperaturas um pouco mais elevadas, fornecendo um produto com alguma coloração e sabor seco (Morado, 2017).

Após o processo produtivo da cerveja, temos o resíduo de interesse para este estudo, o bagaço de malte. Como esse resíduo está úmido, é necessário secá-lo para a moagem, prolongando seu tempo de vida-de-prateleira, reduzindo a possibilidade de uma contaminação por microrganismos por meio da redução de sua atividade de água. Após esse processo de secagem, o resíduo pode ser triturado a fim de obter uma granulometria mais fina, sendo então denominado como farinha de resíduo de malte, pronto para ser utilizado em receitas (Fireman *et al.*, 2022).

2.3 APLICAÇÕES DO BAGAÇO DE MALTE NA ALIMENTAÇÃO HUMANA E CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS

O processo de fabricação de cerveja possui várias matérias-primas, porém o malte exerce papel fundamental nesse processamento, ao ser ele quem irá, além de fornecer aromas e sabores característicos para a cerveja, possibilitar que os sistemas biológicos do processamento aconteçam, como a fermentação alcoólica. Para a

obtenção de malte, processa-se cevada por meio do processo de maltagem. A cevada é submetida a ambientes artificiais de germinação, passando por etapas de limpeza, maceração, germinação e secagem. O malte seco e limpo está pronto para ser utilizado nas cervejarias (Porto, 2011).

O processo de maltagem visa à ativação e formação enzimática. As enzimas formadas atuarão no processo de maltagem, assim como no processo de produção de cerveja, agindo sobre as substâncias de reserva do grão, principalmente sobre o amido e as proteínas, transformando-as em substâncias de menor peso molecular (Porto, 2011).

A farinha de bagaço de malte pode incrementar receitas já conhecidas da população como um componente de alto valor nutricional. É um material originado do reaproveitamento de resíduos, com substancial valor glicídico, lipídico e fibroso. Seu uso é indicado como ingrediente complementar em produtos farináceos, ou até mesmo como substituto de outras farinhas em alimentos de panificação. Sua utilização, além de ser ambientalmente amigável, pode, inclusive, entrar em competição no mercado de produtos do tipo *fitness* (Rêgo; Brito, 2021).

O BSG é fonte de vitaminas, fibras e minerais com diversas aplicabilidades, como na produção de cerveja, produção de farinha, massa, pão, biscoitos, lanches e produtos ricos em fibras e em proteínas. Entretanto, por apresentar fibras insolúveis em água, tais como a lignina e celulose, pode aumentar a dureza de alguns tipos de receitas, afetando a qualidade do sabor; porém, este fator pode ser mitigado por meio da adição de amido de milho e proteína isolada de soro de leite (Jackowski *et al.*, 2020).

Para Baiano *et al.* (2023), o experimento para investigar a viabilidade do uso de BSGs como ingredientes funcionais na panificação identificou que a substituição parcial da farinha de trigo por BSG resultou em aumentos consideráveis no conteúdo fenólico e nas fibras dietéticas insolúveis e solúveis dos pães enriquecidos em relação ao pão controle, destacando a natureza nutracêutica e funcional dos BSGs e dos pães enriquecidos com BSG. Os autores destacam a importância de transformar as cervejarias em biorrefinarias capazes de transformar este resíduo em um ingrediente de alto valor e baixa perecibilidade para as indústrias de alimentos em geral.

Os minerais encontrados no BSG são o cálcio, cobalto, cobre, ferro, magnésio, manganês, fósforo, potássio, selênio, sódio e enxofre, todos em concentrações inferiores a 0,5%. As vitaminas incluem (mg.kg^{-1}): biotina (0,1), colina (1800), ácido fólico (0,2), niacina (44), ácido pantotênico (8,5), riboflavina (1,5), tiamina (0,7) e piridoxina (0,7). Os aminoácidos ligados às proteínas incluem leucina, valina, alanina, serina, glicina, ácido glutâmico e ácido aspártico nas maiores quantidades, e tirosina, prolina, treonina, arginina e lisina em menores quantidades. Possivelmente, cistina, histidina, isoleucina, metionina, fenilalanina e triptofano também podem estar presentes (Mussato *et al.*, 2006).

O resíduo do malte pode fornecer benefícios para a saúde porque, além dos componentes principais, também contém ácidos graxos essenciais e compostos antioxidantes. A presença, por exemplo, de fibra solúvel e insolúvel, como arabinoxilanos e β -glucana, pode auxiliar na redução no plasma de colesterol LDL, diabetes e desordens gastrointestinais (Nocente *et al.*, 2019).

2.4 AVALIAÇÃO SENSORIAL

No setor de alimentos, a análise sensorial é de grande importância por avaliar a aceitabilidade mercadológica e a qualidade do produto, sendo parte inerente ao plano de controle de qualidade de uma indústria. É por meio dos órgãos dos sentidos que se procedem tais avaliações, e, como são executadas por pessoas, é importante um criterioso preparo das amostras testadas e adequada aplicação do teste para se evitar influência de fatores psicológicos, por exemplo, cores que podem remeter a conceitos pré-formados (Teixeira, 2009).

A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais, como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. Através desta importante ferramenta, pode-se avaliar a qualidade da matéria-prima a ser utilizada em um novo produto, seu efeito no processamento, a qualidade da textura, o sabor, a estabilidade de armazenamento dos produtos finais, a reação do consumidor, entre outros. Para alcançar o objetivo específico de cada análise, são elaborados métodos de avaliação diferenciados, visando a obtenção de respostas mais adequadas ao perfil pesquisado do produto. Esses métodos apresentam características que se moldam com o objetivo da análise (Anzaldúamoraes, 1994).

A nossa “máquina” de análise sensorial é composta pelos nossos sistemas sensoriais: olfativo, gustativo, tátil, auditivo e visual. Esses sistemas avaliam os atributos dos alimentos, ou seja, suas propriedades sensoriais. Essas propriedades são: cor, odor, gosto, sabor, textura e som (Anzaldúamoraes, 1994).

Para se fazer uma análise sensorial de um produto, existem vários métodos com objetivos específicos, selecionados conforme o objetivo da análise. Os métodos podem ser divididos em quatro grandes grupos, são eles: método afetivo, método de diferença ou discriminativos, método analítico ou descritivo e métodos de sensibilidade (Teixeira, 2009).

2.4.1 Análises sensoriais com métodos afetivos

Segundo Lemes, Giuliani e Bezerra (2021), os testes afetivos, também chamados de testes de consumidores, têm como principal objetivo avaliar a resposta individual (aceitação ou preferência) de consumidores habituais ou potenciais de um produto a uma ideia, ou a uma característica específica.

Podem ser classificados em quantitativos e qualitativos, pois os testes quantitativos são aqueles que determinam as respostas de um grande grupo de consumidores para perguntas referentes à aceitação e preferência de produtos, podendo ser classificados como: testes de preferência (pareado; ordenação) e testes de aceitação (aceitabilidade); avaliação hedônica; intensidade; escala *Just-about-right* (JAR); avaliação dos atributos (diagnóstico). Já os testes qualitativos procuram entender um fenômeno específico em profundidade e trabalham com descrições, comparações e interpretações, sendo classificados como: grupos de foco (*focus group*), equipes de foco (*focus panels*) e entrevistas individuais (*one on one interviews*) (Lemes; Giuliani; Bezerra, 2021).

Para este estudo, será utilizado um teste de aceitação, também chamado de grau de preferência. Esse teste é utilizado quando se necessita conhecer o “status afetivo” dos consumidores com relação ao(s) produto(s) testado(s). Os consumidores recebem amostras codificadas, sendo solicitados a indicar o seu grau de preferência em uma escala. Em geral, a escala utilizada é a hedônica de nove pontos, ancorada nos extremos “gostei muitíssimo” (nota 9) e “desgostei muitíssimo” (nota 1) (Dutcosky, 2011; Lemes; Giuliani; Bezerra, 2021).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 PREPARO DA MATÉRIA-PRIMA

O bagaço de malte utilizado nesta pesquisa foi gentilmente doado por uma cervejaria artesanal localizada na região do Vale do Itajaí, Santa Catarina. Foi coletado logo após o final do processo de produção da cerveja. Como ainda estava úmido, foi necessário realizar o processo de secagem a fim de aumentar sua vida útil. Para tanto, o processo de reaproveitamento deve ser realizado logo após o descarte, ao final da produção da cerveja, uma vez que se trata de uma matéria-prima que se deteriora rapidamente. Assim sendo, ao ser descarregado, o bagaço de malte utilizado no presente estudo passou por um processo de secagem (primeira opção) e/ou congelamento (segunda opção). Para esta segunda opção, a fim de realizar a moagem, será necessário, primeiramente, descongelá-lo e depois secá-lo. Em ambos os casos, será realizada a moagem do bagaço de malte para a produção da farinha, produto sugerido por este estudo.

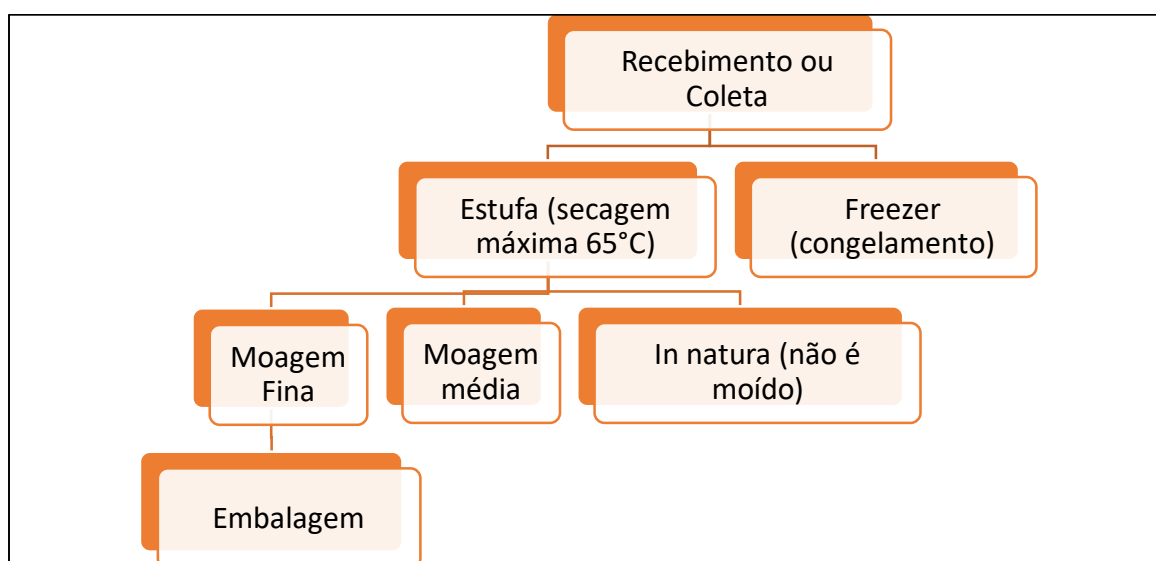
Para a moagem, serão consideradas duas opções: a moagem fina e a moagem média, uma vez que a moagem grossa é a própria versão *in natura* (sem moagem). Conforme a granulometria obtida, a farinha de bagaço poderá então ser utilizada em diversas sugestões de receitas, sendo possível também fazer uma mistura entre as granulometrias, não alterando suas características nutricionais. A ideia de produzir farinhas com diferentes granulometrias (fina, média e *in natura*) está relacionada à necessidade em atender aos vários públicos, uma vez que a *in natura* poderia não ser tão bem aceita sensorialmente por algumas pessoas. Além disso, a textura das cascas do bagaço é perceptível na maior granulometria, o que já não acontece na moagem mais fina.

A Figura 2 apresenta o fluxograma do processamento para obtenção da farinha de bagaço de malte. Por fim, a Figura 3 apresenta as granulometrias obtidas: grossa (*in natura*), média e fina.

A temperatura de secagem aplicada variou de 45 °C a 65 °C. Inicialmente, por um período de 2h30min, o bagaço foi seco a 45° C, porém, foi observado que esta temperatura e tempo não seriam suficientes para uma boa secagem. Deste modo, a temperatura foi aumentada para 65 °C por mais 27 horas, até a amostra manter-se em peso constante.

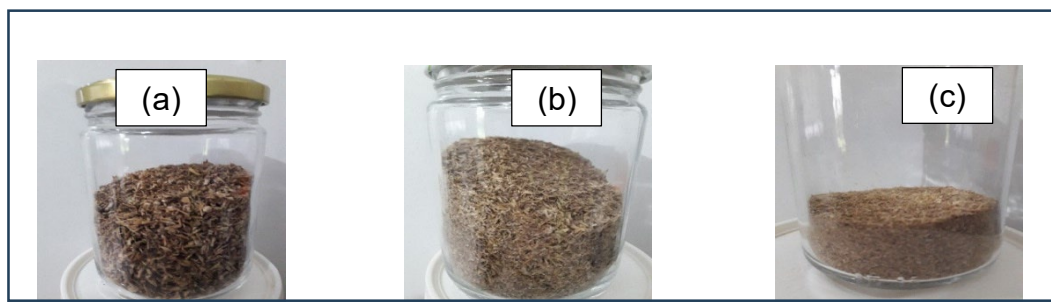
A definição de temperatura de secagem foi estabelecida pela reação que as altas temperaturas ocasionam, tais como a perda do valor nutritivo e das propriedades organolépticas (Silva, 2000). Assim, foi definida a temperatura de secagem a 65 °C, um pouco abaixo da temperatura que o malte já recebeu na brasagem, que fica em torno de 80 °C.

Figura 2 – Fluxograma de processamento para obtenção da farinha de bagaço de malte.



Fonte: os autores (2024).

Figura 3 – Bagaço de malte antes e após moagem: (a) granulometria grossa (*in natura*), (b) granulometria média (c) granulometria fina



Fonte: os autores (2024).

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

3.2.1 Materiais e equipamentos

Para a realização do experimento, foram utilizados os seguintes materiais:

- Forma de alumínio para secagem do bagaço úmido (forma retangular grande para que o bagaço ficasse espalhado na forma e tivesse uma secagem uniforme).
- Papel toalha (usado como forro para a forma)
- Estufa (para secagem do bagaço de malte)
- Sacos plásticos (para acondicionamento da matéria-prima após secagem)
- Balança
- Liquidificador (triturar para moer)
- Peneira
- Forma de pão ou bolo para assar no preparo do alimento (o formato e volume da forma varia conforme a receita a ser produzida)
- Tigelas ou bacia para o preparo das receitas
- Colheres de silicone e madeira
- Forno convencional para assamento
- Boleiras
- Potes plásticos

3.2.2. Demais ingredientes e aditivos para uso nas receitas

Farinha de aveia	Leite vegetal	Água
Amido de milho	Fermento químico	Óleo Vegetal
Polvilho doce	Fermento biológico	Ovos
Açúcar demerara	Sal	

3.3 PROCEDIMENTO

Após o processo de preparação do resíduo, por meio da secagem, o bagaço de malte seguiu para a moagem.

Foram produzidos bagaços com três diferentes tipos de granulometria: fina, média e grossa (*in natura*) – diferenciadas apenas pela avaliação visual. O objetivo da diferença granulométrica foi possibilitar seu uso em receitas variadas, doces ou salgadas.

Após moagem o bagaço processado foi embalado em pacotes de 500 g e 1 kg.

Desse modo, com os três tipos de farinha de bagaço de malte foram definidas quatro receitas para serem aplicadas: bolo de maçã, brownie de chocolate, bolinho de calabresa e queijo, e pão salgado com ervas finas.

3.4 RECEITAS

3.4.1 Bolo de maçã

Ingredientes:

- 3 maçãs médias com casca e sem miolo (450 gramas)
- Raspas de 1 limão + suco de 1 limão
- 1/2 colher de chá de canela em pó
- 1/2 xícara de amido de milho (55 gramas)
- 1/3 xícara de farinha de aveia (40 gramas)
- 1/3 xícara de farinha de bagaço de malte (moído médio)
- 1/2 colher de chá de canela em pó + pitada de sal
- 1/2 xícara de açúcar demerara (100 gramas)
- 1/2 colher de sopa de fermento em pó (7,5 gramas)
- 2 ovos (100 gramas)

- 1/4 xícara de óleo de coco derretido (60 gramas)
- 1/4 xícara de passas (40 gramas)
- 3 colheres de sopa de flocos de aveia (20 gramas)
- 3 colheres de sopa de bagaço de malte (granulometria média)

Modo de preparo: foi utilizada uma forma de 18 cm de diâmetro com fundo removível e pré-aquecida em forno a 180 °C. As maçãs foram fatiadas com uma espessura de aproximadamente 2 a 3 mm e temperadas com as raspas de limão, suco de limão e canela em pó. Em uma bacia plástica, todos os ingredientes secos foram misturados e reservou-se aproximadamente 2 a 3 colheres de sopa de açúcar para misturar com os ingredientes úmidos (ovos e óleo/manteiga). Misture os ingredientes molhados com um garfo, adicionando o açúcar reservado, até obter uma mistura homogênea.

Montagem do bolo de maçã: foi adicionada uma camada de maçã fatiada e um pouco de passas. Os ingredientes secos misturados foram polvilhados para cobrir as fatias de maçã. Foram realizadas novas camadas com fatias de maçã e polvilhados mais um pouco dos ingredientes secos sobre elas. Esse processo foi repetido até acabar os ingredientes. Em seguida, os ingredientes úmidos foram misturados com um garfo e, depois, com o auxílio de uma colher, foram colocados sobre o bolo de maçã, espalhando-os sobre sua superfície. Flocos de aveia foram polvilhados por cima para decoração.

Assamento: o bolo de maçã foi assado em forno pré-aquecido a 180 °C por aproximadamente 45 a 50 minutos até que estivesse com a cor dourada. Após, foi retirado do forno e deixado esfriar pelo menos 30 a 40 minutos até ficar com temperatura próxima à ambiente. Em seguida, o bolo foi retirado da forma e cortado em fatias para ser servido.

3.4.2 Brownie de chocolate

Ingredientes

- 1 xícara chocolate meio amargo bem picado
- 2/3 xícara manteiga sem sal
- 1 colher (chá) essência de baunilha
- 1/2 xícara bagaço de malte (granulometria fina)
- 1/2 xícara cerveja
- 2 ovos
- 1 1/4 xícara açúcar

- 2/3 xícara farinha de trigo
- 1 colher (café) sal
- 3 colheres (sopa) cacau em pó
- 1/3 xícara chocolate meio amargo picado grosseiramente

Modo de preparo: foi derretido chocolate meio amargo (1 xícara) bem picado, com a manteiga, em banho-maria. Ao chocolate derretido foram adicionados a baunilha, a cerveja e o bagaço de malte. À parte, os ovos foram batidos em batedeira até ficarem bem fofos e volumosos. A eles foi adicionado o açúcar, aos poucos, sem parar de bater, para merengar. Separadamente, foram misturados a farinha, o sal e o cacau em pó. Em seguida, a mistura de chocolate derretido foi adicionada aos ovos batidos e, depois, foram incorporados os ingredientes secos. O chocolate picado foi misturado grosseiramente e a massa foi então colocada em assadeira untada com manteiga e polvilhada com cacau em pó.

Assamento: o brownie foi assado a 180 °C por aproximadamente 40 minutos, até a superfície ficar seca, mas com o centro ainda úmido. Foi deixado resfriar por 1 hora antes de ser retirado da forma e servido.

3.4.3 Bolinho de calabresa e queijo

Ingredientes:

- 1 kg de bagaço de malte úmido (granulometria grossa – in natura)
- 500 g calabresa defumada picado miúdo
- 200 g queijo parmesão ralado
- 1 cebola pequena picada miúdo
- Salsinha a gosto
- 2 ovos

Modo de preparo: todos os ingredientes foram misturados e foram enrolados em bolinhas e, após, passados na farinha de rosca. Foram, então, fritos e servidos ainda quentes.

3.4.4 Pão salgado com ervas finas

Ingredientes:

- 300 g de bagaço do malte (granulometria grossa - *in natura*)
- 800 g de farinha de trigo
- 1 pacote de fermento biológico seco
- 4 colheres de açúcar
- 350 ml de leite
- 1 colher de sopa de manteiga
- 1 colher de sopa de sal
- 1 ovo
- Ervas finas

Modo de preparo: o bagaço do malte foi batido com o leite no liquidificador até ficar com o tamanho desejado. Foi observado que mais batimento poderia fazer com que o malte se misturasse melhor à farinha; e menos tempo de batimento, por outro lado, poderia fazer com que os grãos ficassem mais perceptíveis. Todos os outros ingredientes foram misturados e a massa foi sovada por cerca de 10 minutos para que o glúten do trigo se desenvolvesse. A consistência da massa ficou com aspecto elástico, como deve ser: se pressionada com um dedo, ela voltava para o estado anterior. Após atingir o ponto correto, a massa foi colocada em um recipiente coberto com um pano de prato limpo e deixada descansar por 40 minutos. Após esse período, foi novamente sovada, desta vez por mais 5 minutos. Em seguida, a massa foi dividida em duas, modelada e colocada na forma untada para descansar, coberta por um pano de prato limpo, por mais 20 minutos.

Assamento: o forno foi pré-aquecido em temperatura média por 10 minutos. O tempo de assamento foi de 45 minutos. Após esse período, as formas foram retiradas do forno e os pães foram retirados das formas, e colocados em uma superfície arejada como uma grelha ou uma grade para baixar sua temperatura.

3.5 ANÁLISE SENSORIAL – TESTE AFETIVO

Para avaliação da qualidade e aceitação dos produtos produzidos com o bagaço de malte, foi aplicada análise sensorial afetiva quantitativa com escala hedônica de 9 pontos.

As provas foram realizadas por oito julgadores não treinados com o objetivo de verificar a preferência e o grau de satisfação com um novo produto (teste de preferência) e a probabilidade de adquirir o produto testado (teste de aceitação). Para tanto, as amostras foram apresentadas de forma monádica, ou seja, uma de cada vez. Todas as amostras foram identificadas com códigos de três dígitos. Na Figura 4 é apresentada a Ficha Sensorial entregue aos julgadores.

Figura 4 – Ficha de avaliação sensorial

Nome: _____

Data: _____

Prove a amostra e indique sua opinião o quanto gostou ou desgostou, de acordo com a escala abaixo:

1 – Desgostei muitíssimo	7 – Gostei moderadamente
2 – Desgostei muito	8 – Gostei muito
3 – Desgostei moderadamente	9 – Gostei muitíssimo
4 – Desgostei ligeiramente	
5 – Indiferente	
6 – Gostei ligeiramente	

Amostra	Valor
357	
532	
169	
825	

Assinale qual seria sua atitude em relação à compra dos produtos.

<input type="checkbox"/> eu certamente compraria	
<input type="checkbox"/> eu provavelmente compraria	
<input type="checkbox"/> tenho dúvidas se compraria ou não	
<input type="checkbox"/> eu provavelmente não compraria	
<input type="checkbox"/> eu certamente não compraria	

Amostra	Valor
357	
532	
169	
825	

Comentários: _____

Fonte: os autores (2024).

4 RESULTADOS

4.1 SECAGEM DO BAGAÇO DE MALTE

A Tabela 1 apresenta os valores dos pesos obtidos (antes e após a secagem).

Tabela 1 – Valores dos pesos obtidos (secagem do bagaço)

Controle de secagem do bagaço					
	Peso úmido (g)	Peso seco (g)	Perda na pesagem (g)	Total seco (g)	Umidade (%)
Amostra 1 (resfriada)	1680	420,12	4,70	424,82	74,71
Amostra 2 (congelada)	646	157,22	5,31	162,53	74,84

Fonte: Os autores (2024).

O bagaço de malte apresentou 74,71% de umidade, resultando em 25% de bagaço de malte seco a partir da quantidade total coletada. A perda da pesagem é referente à matéria-prima que ficou na forma após a retirada do produto para ser embalado. Após secagem, o bagaço apresentou aroma característico do bagaço de malte (cereal).

4.2 PRODUTOS APLICADOS DE FARINHA DE BAGAÇO DE MALTE

No preparo e degustação das receitas, foram observadas algumas diferenças no uso das diferentes granulometrias do bagaço de malte, as quais serão relatadas a seguir.

A versão com granulometria mais grossa (*in natura*) ficou mais perceptível ao paladar, principalmente com relação à textura na boca. Após a degustação, foram percebidos resíduos das cascas, similar ao que acontece com as casquinhas de pipoca.

As cascas dessa versão mais grossa não desmancharam com facilidade durante a mastigação (resíduo duro). Além disso, na elaboração das receitas com essa granulometria (bolinho de calabresa e queijo, e pão salgado com ervas finas – Figuras 5 e 6), não houve a formação da liga na massa. Nesses dois casos, observou-se a necessidade de trabalhar por mais tempo a massa para que tivesse um aspecto mais uniforme.

Figura 5 – Bolinho de carne e calabresa



Fonte: os autores (2024).

Figura 6 – Pão salgado com ervas finas



Fonte: os autores (2024).

Já no bolo de maçã e no brownie, foram realizados alguns testes prévios que demonstraram não ser possível sua utilização, pois a presença da casca rígida do bagaço de malte prejudicou negativamente o sabor nessas aplicações doces. Desse modo, foi mais viável utilizar uma granulometria menor (fina ou média).

O uso da granulometria média na receita do bolo de maçã (Figura 7) trouxe um bom resultado para essa aplicação, pois as cascas do bagaço ficaram menores e, desse modo, ficaram mais aceitáveis ao paladar.

O uso do bagaço com granulometria fina para a receita do *brownie* (Figura 8) tornou praticamente imperceptível sua presença no produto, não interferindo em sua textura. Obviamente essa percepção (ou não) de sua presença também está relacionada à quantidade de farinha do bagaço que é adicionada. Além disso, neste caso específico do *brownie*, a presença das gotas de chocolate auxilia a mascarar sua presença, tornando-o bem menos perceptível.

Figura 7 – Bolo de maçã



Fonte: os autores (2024).

Figura 8 – *Brownie*



Fonte: os autores (2024).

Foi observado nos testes que, quanto mais moído o bagaço (menor granulometria), mais pastosa ficava a massa durante o preparo das receitas. Também foi constatado que, ao aumentar a quantidade utilizada nas receitas, especificamente no caso do bolo e do pão, as massas ficavam mais densas. Desse modo, para os dois casos, a granulometria média parece ser a melhor opção. As quantidades ideais devem ser ajustadas conforme a receita a ser produzida.

No caso da receita utilizada para o pão salgado, a proporção utilizada correspondeu a cerca de 30% da formulação. Foi observado que essa quantidade resultou em um pão com textura macia e saboroso (vide resultados da avaliação sensorial realizada). Provavelmente, uma quantidade maior da farinha de bagaço deixaria o pão mais seco, pelo excesso de fibra e, consequentemente, menos macio.

Já para a receita utilizada para o bolo de maçã, foi testada com uma quantidade menor. Isso por se tratar de uma receita doce, na qual o sabor do bagaço, poderia ficar mais acentuado e se destacar em relação à maçã, que possui um sabor mais suave. A mesma recomendação é válida para a receita do *brownie*: o excesso de fibra do bagaço contribuiria provavelmente com um sabor mais acentuado em relação ao chocolate. Desse modo, a granulometria mais fina ou, no máximo, a granulometria média, para uso em receitas doces, parecem ser as mais indicadas.

Por fim, o bolinho de calabresa e queijo poderia ter sido formulado com uma quantidade maior de bagaço, uma vez que o sabor da calabresa, queijo e bagaço apresentou uma excelente combinação entre si. Além disso, por se tratar de um aperitivo, a quantidade consumida, proporcionalmente, também é menor.

4.3 AVALIAÇÃO SENSORIAL

Os resultados obtidos através da análise sensorial são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Avaliação sensorial

ESCALA HEDÔNICA DE 09 pontos VERBAL ESTRUTURADA - IMPRESSÃO GLOBAL				
JULGADOR	Pão de bagaço de malte	Bolinho frito de bagaço de malte	Brownie de bagaço de malte	Bolo de maçã com bagaço de malte
	357	532	169	825
1	8	7	9	8
2	9	9	8	7
3	9	8	9	9
4	6	7	8	8
5	6	6	9	5
6	7	9	7	8
7	9	9	8	9
8	8	8	9	9
TOTAL	62	63	67	63
MÉDIA	7,8	7,9	8,4	7,9

Fonte: os autores (2024).

Os dados coletados referentes à preferência (escala hedônica de 9 pontos) foram avaliados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA), utilizando como fontes de variação as amostras e os julgadores, conforme cálculos apresentados pela Tabela 3. Após tratamento estatístico, a ANOVA não indicou diferença estatística significativa entre amostras, ao nível de 5% de significância, pois o F calculado foi menor que o F tabelado. Ou seja, as amostras possuem o mesmo nível de preferência entre os julgadores.

Na análise de variância (ANOVA), o “F” é uma razão de duas variâncias. As variâncias são uma medida de dispersão e medem o quanto os dados estão dispersos em relação à sua média (Oliveira; Faria, 2019).

Conforme apresentado pela Tabela 2, as avaliações entre os participantes em relação à mesma receita ficaram muito próximas, tanto nas opções doces quanto nas salgadas. Entretanto, apesar de as amostras não apresentarem diferença significativa quanto à preferência, é possível perceber, pelas médias das notas, que a receita com a melhor avaliação foi o *brownie* de chocolate com bagaço de malte e a com menor preferência, a receita com o pão salgado com bagaço de malte.

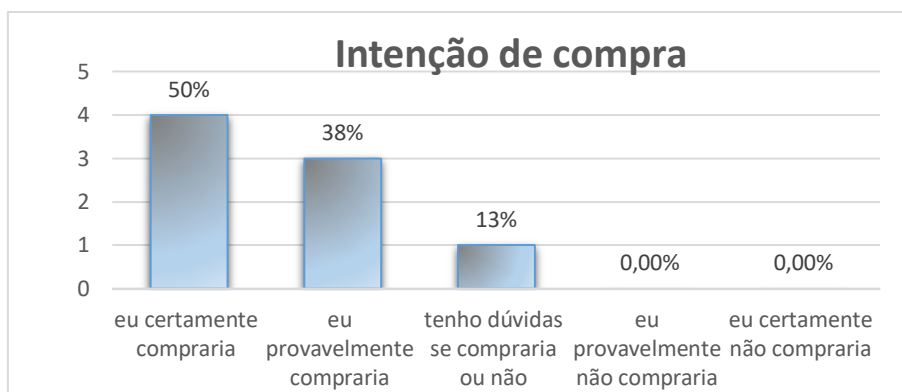
Tabela 3 – Cálculo ANOVA

Cálculo ANOVA						
número de provadores	8	Variação	SQ	GL	SQM	Fcalc
número de amostras	4	Amostra	929,375	3	309,7917	-3,72255
Fator de correção FC	1104,5	Provedor	944,75	7	134,9643	
SQ Amostra	929,375	Resíduo	-1747,63	21	-83,2202	
SQ Provedor	944,75	Total	126,5	31		
SQ Total	126,5					
SQ Resíduo	-1747,63					
F encontrado	-3,72255	Tabela 51 (DUTCOSKY, Silvia Deboni) - com o valor do Grau de Liberdade da Amostra (n1 = 3) x Grau de Liberdade do Resíduo (n2 = 21)				
F tabelado para 5% de significância	3,13					

Fonte: Os autores (2024).

Já os resultados referentes à intenção de compra, considerados para todos os produtos como um todo, são apresentados por meio do gráfico da Figura 9, a seguir. Esse gráfico também reforça que o uso do bagaço de malte, na forma de farinha, pode ter sua aplicação viável em diversos tipos de alimentos.

Figura 9 – Gráfico de barras com resultados da intenção de compra



Fonte: Os autores (2024).

5 CONCLUSÃO

Este artigo teve como objetivo reutilizar o bagaço de malte, considerado um composto com grande potencial de retorno, seja financeiro, seja para a alimentação, além das considerações referentes a minimizar impactos ambientais.

Considerando a elevada geração de bagaço de malte pela indústria cervejeira, bem como a aplicação prática dos princípios da economia circular, é fundamental estimular o reaproveitamento do BSG. Além disso, sua composição química é riquíssima e de alto valor nutricional, contribuindo com o desenvolvimento de diversos produtos alimentícios, principalmente os que necessitem de um aporte em fibras.

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que esse subproduto pode ser utilizado como um complemento para a alimentação humana. Neste estudo, foram apresentadas apenas algumas receitas, mas isso não limita o seu uso em outros tipos de produtos para o consumo humano.

As receitas aqui apresentadas podem ser adaptadas a uma quantidade de bagaço de malte ideal, considerando sua palatabilidade e textura, conforme o tipo de receita e/ou ingrediente usado, e também de acordo com a necessidade nutricional almejada.

Por fim, a análise sensorial realizada indicou uma possível aceitação dos produtos pelos consumidores em potencial, embora tenha sido conduzida com apenas oito julgadores, limitando a confiabilidade estatística dos resultados. Para Dutcosky (2011), em testes de aceitação, recomenda-se a participação de pelo menos 112 provadores para assegurar maior robustez nos dados. Ainda assim, mesmo com um número reduzido de avaliadores, os resultados obtidos sugerem uma tendência positiva de aceitação do produto, apontando potencial promissor para o desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS

ARAYA, H. L.; LUTZ, M. R. Alimentos funcionales y saludables. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 30, n. 1, p. 8-14, 2003.

ASEVEDO, Sávio de Meneses Leite; FONTOURA, Camilla Rocha de Oliveira; SANTOS, Lígia Marcondes Rodrigues dos. **Avaliação dos efeitos da adição de trub na fermentação de uma cerveja do tipo Pilsen**. CADERNOS UniFOA, 2020. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/view/3085/pdf>. Acesso em: 2 nov. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 1993. 8 p.

BAIANO, A. Antonietta; GATTA, Barbara la, RUTIGLIANO, Mariacinzia and FIORE, Anna. **Functional Bread Produced in a Circular Economy Perspective: The Use of Brewers' Spent Grain**. Foods 2023

BRASIL. **Anuário da Cerveja 2024: ano referência 2023** (Ministério da Agricultura e Agropecuária – MAPA). Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/wp-content/uploads/2024/05/Anuario-da-cerveja-2024-referencia-2023-MAPA-versao-web.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2024.

CAÑAS, G. J. S.; BRAIBANTE, M. E. F. **A Química dos Alimentos Funcionais**. Disponível em: https://www.academia.edu/58218437/A_Qu%C3%ADmica_dos_Alimentos_Funcionais?auto=download. Acesso em: 6 out. 2024.

DA SILVA, C. C. *et al.* Utilização do bagaço de malte da indústria cervejeira como substrato para produção de pectinase por. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 4, p. 5042–5060, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/37373/28857>. Acesso em: 1.º nov. 2024.

x.php/BJAER/article/view/37373/28857. Acesso em: 1.º nov. 2024.

DUTCOSKY, Silvia Deboni. **Análise sensorial de Alimentos**. 3. ed. revisada e ampliada. Curitiba: Champagnat, 2011. 426 p.

EVERS, A.D., Blakeney, A.B., O'Brien, L. 1999. Cereal structure and composition. *Australian Journal of Agricultural Research*, 50, 629-650.

FIREMAN, Victor Cordeiro *et al.* Farinha de resíduo de malte. **Instituto federal de Alagoas**, 2022. Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/ppgtec/produtos-tecnico-tecnologicos-ptts/arquivos/arquivos-ptts-2022/cartilha-victor-fireman.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2024.

GOMES, R. H. **Utilização do bagaço de malte como ração animal**. Fundação Educacional do Município de Assis, 2010. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0711290223.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2024.

GUPTA, M., Abu-Ghannam, N., Gallghar, E. 2010. Barley for brewing: characteristic changes during malting, brewing and applications of its by-products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 9, 318-328. Acesso em: 1.º nov. 2024.

HENRIQUE, Vanessa Alves *et al.* **Alimentos funcionais [e-book]: aspectos nutricionais na qualidade de vida**. 1. ed., Aracaju: Edifs, 2018. 57 p. Disponível em: <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/bitstream/123456789/1852/1/e-book%20-%20Alimentos%20Funcionais%20Vol%202.pdf#:~:text=Os%20alimentos%20funcionais%20podem%20ser>. Acesso em: 1.º nov. 2024.

LAMARCA, Victor de Souza. Polo Cervejeiro de Juiz de Fora – MG: **Estudo de caso sobre os resíduos gerados na produção no primeiro semestre de 2019**. Faculdade, 2022. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/2460/1/A%20GERA%C3%87%C3%83O%20DE%20RES%C3%84DUOS%20E%20SU%C3%87%C3%83O%20NO%20POLO%20CERVEJEIRO%20DE%20JUIZ%20DE%20FORA%20MG.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2024.

LEMES, Jaqueline Schneider, GIULIANI, Caroline dos Santos, BEZERRA, Aline Sobreira. Testes Afetivos. In: NORA, Flávia Michelin Dalla (org.). **Análise Sensorial Clássica: Fundamentos e Métodos**. Canoas: Merida Publishers, 2021. p. 63-86.

LIMA, T. C.; ARAÚJO, I. O.; ANTUNES, J. G.; MATOS, C. J. G.; PEREIRA, C. S. S.; **Estudo da produção de bioetanol a partir do bagaço de malte**, p. 595-600. In: São Paulo: Blucher, 2014. ISSN 2359-1757, DOI 10.5151/chemeng-cobec-ic-07-eb-119. Disponível: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/estudo-da-producao-de-bioetanol-a-partir-do-bagao-de-malte-11136>. Acesso em: 1.º nov. 2024.

LIMA, Luciana Leite de Andrade; FILHO, Artur Bibiano de Melo. Tecnologia de bebidas. **Técnico em Alimentos**, 2011. Disponível em: https://ifpr.edu.br/pronatec/wp-content/uploads/sites/46/2013/06/Tecnologia_de_Bebidas.pdf. Acesso em: 14 dez. 2024.

LYNCH, K.M; STEFFEN, E. J; ARENDT, E. K. Brewers' spent grain: a review with an emphasis on food and health. **Journal of The Institute of Brewing**, Volume 122, 2016.

MEREDITH, W.O.S., Anderson, J.A., Hudson, L.E. 1962. Evaluation of malting barley. In: Cook, A.H. (Ed.) – **Barley and Malt. Biology, Biochemistry and Technology**. Academic Press, 207-270. Acesso em: 1.º nov. 2024.

MORADO, Ronaldo. **História e as curiosidades de uma das bebidas mais populares do mundo**: A história e as curiosidades de uma das bebidas mais populares do mundo, 2017.

MUSSATTO, Solange Inês *et al.* **Efeito da concentração inicial de xilose na produção de xilitol a partir de hidrolisado de bagaço de malte**. Departamento de Biotecnologia, 2008. Disponível em: https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/inic/pdf/IC5-16.pdf. Acesso em: 29 out. 2024.

NASCIMENTO, C. S. **Prospecção de produtos inovadores com a utilização do bagaço de malte na fabricação de gelatos**. Universidade Federal de Alagoas, 2020. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/7622>. Acesso em: 29 out. 2024.

OLKKU, Juhani, KOTAVIITA, E., SALMENKALLIO-MARTILLA, M., SWEINS, H., Home, S. 2005. Connection between structure and quality of barley husk. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, 63, 17-22. Acesso em: 01 nov. 2024.

PALMER, Geoffrey H. 2006. Barley and malt. In: **Priest, F.G.**, Stewart, G.G. (ed.) - Handbook of Brewing. CRC Press, 139-160.

PESTANA, S. DOS S. **Sustentabilidade econômica e ambiental dos subprodutos da cerveja**. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.2/13287>. Acesso em: 6 out. 2024.

PINHEIRO, Ana Cristina.; CERQUEIRA, Miguel Ângelo.; VICENTE, Antônio Augusto. Nanotecnologia como ferramenta para produzir novos alimentos funcionais: vantagens e precauções. TecnoHospital, **Revista de Engenharia e Gestão da Saúde**, v. 59, p. 22-25, 2013.

PORTO, Paula de Donati. **Tecnologia de fabricação de malte**: uma revisão. 2011.

Disponível em:
<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/56455/000857950.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 1.º nov. 2024.

RÊGO, Patrícia Silva; BRITO, José Giovanni Leite de. Produção e caracterização de farinha de bagaço de malte a partir de resíduo cervejeiro. **Revista Brasileira de Agrotecnologia-1º Congresso Brasileiro Online de ciências dos alimentos**, 2021. DOI: 10.18378/REBAGRO.V12I2.8964. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/index>. Acesso em: 1.º nov. 2024.

RODRIGUES, Camila Gonçalves. **Produção de filmes comestíveis biodegradáveis a partir de bagaço de malte ou subprodutos do processamento de mandioca**. Repositório UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 3 mar. 2022. Disponível em:

<http://hdl.handle.net/1843/48373>. Acesso em: 2 nov. 2024.

SARAIVA, Bianka. Rocha, VITAL, Ana Carolina Pelaes, ANJO, Fernando Antônio, CESARO, Elisângela, de, MATUMOTO-PINTRO, Paula Toshimi 2018. **Valorização de resíduos agroindustriais: fontes de nutrientes e compostos bioativos para a alimentação humana**. Pubsauê, 1, a007. DOI: <https://dx.doi.org/10.31533/pubsauê1.a007>.

SILVA, João Andrade. Conservação dos alimentos pelo controle da umidade - Cap 7. **Tópicos da Tecnologia dos alimentos**, 2000. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=181991>. Acesso em: 14 dez. 2024.

SILVA, Vania Santos da; ORLANDELLI, Ravely Casarotti. Desenvolvimento de Alimentos Funcionais nos últimos anos: uma revisão. **Revista UNINGÁ**, Maringá, v. 56, n. 2, p. 182-194, abr./jun. 2019.