



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE  
JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**DISSERTAÇÃO**

**Farinha de Bagaço de Malte como Propulsora da  
Economia Circular e da Sustentabilidade na  
Indústria de Alimentos**

**Carla Regina de Souza Resplande**

**2026**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE ALIMENTOS**

**FARINHA DE BAGAÇO DE MALTE COMO PROPULSORA DA  
ECONOMIA CIRCULAR E DA SUSTENTABILIDADE NA  
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

**CARLA REGINA DE SOUZA RESPLANDE**

*Sob a orientação do(a) Professor(a)*  
Prof. Dr. Mariana Teixeira da Costa Machado

Dissertação submetida como  
requisito parcial para obtenção  
do grau de Mestre em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos, no  
Programa de Pós-Graduação  
em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos, na área de Ciência e  
Tecnologia de Alimentos.

Seropédica, RJ  
Fevereiro, 2026

R429f      Resplande, Carla Regina de Souza, 1997-  
Farinha de Bagaço de Malte como Propulsora da  
Economia Circular e da Sustentabilidade na Indústria  
de Alimentos / Carla Regina de Souza Resplande. -  
Rio de Janeiro, 2026.  
104 f.: il.

Orientadora: Mariana Teixeira da Costa Machado.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, Curso de Pós-graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos , 2026.

1. Coprodutos. 2. Bagaço de malte. 3. Barra de  
Cereal. I. Machado, Mariana Teixeira da Costa , 1985  
, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia  
de Alimentos III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS



TERMO N° 1243/2025 - PPGCTA (12.28.01.00.00.00.41)

N° do Protocolo: 23083.075003/2025-96

Seropédica-RJ, 29 de dezembro de 2025.

**CARLA REGINA DE SOUZA RESPLANDE**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de Concentração em Ciência de Alimentos.

Dissertação APROVADA EM 22/12/2025

MARIANA TEIXEIRA DA COSTA MACHADO, (Dra) UFRRJ (orientador)

ERICK ALMEIDA ESMERINO, (Dr) UFF

LUANA CRISTINA ANDRADE DA SILVA, (Dra) UFRRJ

*Documento não acessível publicamente*

*(Assinado digitalmente em 29/12/2025 11:37)*  
LUANA CRISTINA ANDRADE DA SILVA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DTA (12.28.01.00.00.00.46)  
Matricula: ###618#8

*(Assinado digitalmente em 29/12/2025 11:50)*  
MARIANA TEIXEIRA DA COSTA MACHADO  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DTA (12.28.01.00.00.00.46)  
Matricula: ###113#3

*(Assinado digitalmente em 29/12/2025 18:32)*  
ERICK ALMEIDA ESMERINO  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ###.###.237-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 1243, ano: 2025, tipo: TERMO, data de emissão: 29/12/2025 e o código de verificação: 309b748040



## **AGRADECIMENTOS**

A conclusão desta dissertação de mestrado é o resultado de um percurso de desafios. Agradeço a Deus, por ter sido a base e a força necessária para enfrentar a jornada de conciliar o trabalho com a pesquisa, análises e escrita desta dissertação, além de prover forças. Sem o apoio divino, a persistência diante das dificuldades não teria sido possível.

Ao meu marido, pelo companheirismo, apoio e pela presença em todas as etapas deste processo. Aos meus pais, irmão e avó pelo incentivo constante aos meus estudos, pelo apoio e acolhimento, sem suporte, toda jornada de educação seria mais difícil, vocês lutaram para que eu chegasse até aqui.

No âmbito acadêmico, agradeço à orientadora Mariana Machado, pela condução técnica deste trabalho e pelos ensinamentos transmitidos. À estagiária-acadêmica Marcia Lucia, pelo auxílio nas atividades realizadas.

Ao Laboratório de Análise de Alimentos, agradeço à professora Luana da Silva, pelas orientações e pelo compartilhamento de conhecimento, e ao técnico de laboratório Vinicius Costa, pelo suporte operacional e técnico indispensável para a execução das análises.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.



RESPLANDE, Carla Regina de Souza. **Farinha de bagaço de malte como propulsora da economia circular e da sustentabilidade na indústria de alimentos**. 2026. 105p Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2026.

## RESUMO GERAL

A erradicação da fome (ODS 2) e o aumento da demanda alimentar global exigem a transição da economia linear para a economia circular que foca na regeneração e no reuso de insumos e materiais. O desperdício de alimentos, que atinge 1300 toneladas anuais, é inversamente proporcional a situação de fome e desnutrição que se instala no Brasil e no mundo, além da demanda alimentar da população futura. O bagaço de malte, principal coproduto da indústria cervejeira, representa uma oportunidade de geração de negócios, visto que o Brasil gera milhões de toneladas deste coproduto, que é alto em proteínas, sendo uma oportunidade de implementação do sistema econômico circular. Assim, o trabalho busca, por meio de estudo bibliométrico e caracterização de farinha de bagaço de malte, impulsionar o reaproveitamento deste coproduto através da produção de barras de cereais. A análise bibliométrica acerca de resíduos de frutas, bagaço de cana-de-açúcar e de malte de cevada confirma a tendência de valorização de coprodutos para o desenvolvimento de materiais sustentáveis, como nanocelulose e bioplásticos, sinalizando, inclusive, diversos usos destes coprodutos no campo industrial e acadêmico. As nuvens de palavras por tema e espaço temporal, além do mapa de calor demonstram crescimento da temática a partir de 2023 e ênfase em estudos de biofilmes com foco em embalagens. O processamento da farinha demonstrou que a temperatura de 60°C mostrou mais eficiente para a secagem. A granulometria e a temperatura modularam a composição centesimal, mostrando que menor granulometria e baixa temperatura preservam lipídeos, enquanto alta granulometria e alta temperatura preservam carboidratos. A composição centesimal da farinha confirma o teor de proteínas elevado em todas as condições testadas. A análise de cor indicou que a farinha de bagaço a 80°C, independente de granulometria, tende a tonalidade avermelhada ( $a^*$ ) e amarelada ( $b^*$ ). A caracterização tecnológica revelou que, embora rica em nutrientes, a farinha apresenta limitações funcionais, como a ineficácia como agente emulsificante e baixa retenção de água. Na aplicação em barras de cereal, a formulação F4 (30% bagaço de malte) apresenta melhor desempenho nutricional (teor proteico, açúcar e sódio) embora tenha oportunidades de melhoria no parâmetro de textura (desintegração).

**Palavras-chave:** coprodutos, bagaço de malte, barra de cereal.



RESPLANDE, Carla Regina de Souza. Malt bagasse flour as a driver of circular economy and sustainability in the food industry. 2026. 105p. Dissertation (Master's in Food Science and Technology). Institute of Technology, Department of Food Technology, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2026.

### GENERAL ABSTRACT

The eradication of hunger (SDG 2) and the increase in global food demand require a transition from a linear economy to a circular economy that focuses on the regeneration and reuse of inputs and materials. Food waste, which reaches 1300 tons annually, is inversely proportional to the situation of hunger and malnutrition in Brazil and the world, as well as the food demand of the future population. Malt bagasse, the main co-product of the brewing industry, represents a business opportunity, since Brazil generates millions of tons of this co-product, which is high in protein, offering an opportunity for the implementation of a circular economy system. Thus, this work seeks, through bibliometric study and characterization of malt bagasse flour, to promote the reuse of this co-product through the production of cereal bars. Bibliometric analysis of fruit waste, sugarcane bagasse, and barley malt confirms the trend of valuing co-products for the development of sustainable materials, such as nanocellulose and bioplastics, also indicating various uses of these co-products in the industrial and academic fields. Word clouds by theme and time frame, as well as the heat map, demonstrate the growth of the theme from 2023 onwards and an emphasis on biofilm studies focusing on packaging. The processing of the flour showed that a temperature of 60°C was the most efficient for drying. Particle size and temperature modulated the centesimal composition, showing that smaller particle size and low temperature preserve lipids, while large particle size and high temperature preserve carbohydrates. The centesimal composition of the flour confirms the high protein content under all tested conditions. Color analysis indicated that bagasse flour at 80°C, regardless of particle size, tends towards reddish ( $a^*$ ) and yellowish ( $b^*$ ) hues. Technological characterization revealed that, although rich in nutrients, the flour has functional limitations, such as ineffectiveness as an emulsifying agent and low water retention. In the application of cereal bars, formulation F4 (30% malt bagasse) shows better nutritional performance (protein, sugar and sodium content) although it has opportunities for improvement in the texture parameter (disintegration).

**Keywords:** co-products, malt bagasse, cereal bar.

## LISTA DE FIGURAS

|    |                                                                              |
|----|------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Figura 1: Tipos de maltes.....                                               |
| 2  | Figura 2: Fluxograma do processo produtivo industrial de cervejas .....      |
| 3  | Figura 3: Resultados de pesquisa na base de dados Web of Science .....       |
| 4  | Figura 4: Resultados VOSviewer por tema de estudo.....                       |
| 5  | Figura 5: Resultados VOSviewer por espaço temporal .....                     |
| 6  | Figura 6: Resultados VOSviewer em mapa de calor .....                        |
| 7  | Figura 7: Cinética de secagem do bagaço de malte nas três temperaturas ..... |
| 8  | Figura 8: Análise de cor da farinha de bagaço de malte ( $L^*$ ) .....       |
| 9  | Figura 9: Análise de cor da farinha de bagaço de malte ( $a^*$ ) .....       |
| 10 | Figura 10: Análise de cor da farinha de bagaço de malte ( $b^*$ ).....       |
| 11 | Figura 11: Representação visual das quatro barras de cereais .....           |
| 12 | Figura 12: Análise de cor da barra de cereal ( $L^*$ ).....                  |
| 13 | Figura 13: Análise de cor da barra de cereal ( $a^*$ ) .....                 |
| 14 | Figura 14: Análise de cor da barra de cereal ( $b^*$ ).....                  |
| 15 | Figura 15: F4 (30% FBM) antes (A) e depois (B) da análise de textura .....   |



## LISTA DE TABELAS

|    |                                                                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Tabela 1: Composição centesimal do bagaço de malte e da aveia crua .....                                      |
| 2  | Tabela 2: Principais resultados de trabalhos de desenvolvimento de produtos a partir de bagaço de malte ..... |
| 3  | Tabela 3: Critérios de pesquisa bibliométrica .....                                                           |
| 4  | Tabela 4: Amostragem de artigos e principais resultados .....                                                 |
| 5  | Tabela 5: Formulação das barras de cereais.....                                                               |
| 6  | Tabela 6: Composição centesimal do bagaço de malte (base úmida).....                                          |
| 7  | Tabela 7: Composição centesimal e análise de cor da farinha de bagaço de malte.....                           |
| 8  | Tabela 8: Caracterização da farinha de bagaço de malte.....                                                   |
| 9  | Tabela 9: Caracterização das barras de cereais .....                                                          |
| 10 | Tabela 10: Análise de cor para as quatro formulações de barras de cereais .....                               |
| 11 | Tabela 11: Análise de textura para as quatro formulações de barras de cereais.....                            |
| 12 | Tabela 12: Tabela nutricional para as quatro formulações de barras de cereais .....                           |

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL**

|          |                                   |          |
|----------|-----------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO GERAL</b>           | <b>1</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS</b>                  | <b>4</b> |
| 2.1      | Objetivo Geral                    | 4        |
| 2.2      | Objetivos Específicos             | 4        |
| <b>3</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> | <b>4</b> |

### **CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

|          |                                                                   |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>PRODUÇÃO DE CERVEJA E GERAÇÃO DE BAGAÇO DE MALTE DE CEVADA</b> | <b>7</b>  |
| 1.1      | Produção da cerveja                                               | 7         |
| 1.2      | Bagaço de malte                                                   | 10        |
| 1.3      | Aproveitamento de coprodutos de malte                             | 5410      |
| 1.4      | Processo de Secagem                                               | 12        |
| 1.5      | Uso da farinha de bagaço de malte para fins alimentícios          | 12        |
| 1.6      | Barras de Cereais                                                 | 19        |
| <b>2</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                                 | <b>20</b> |

### **CAPÍTULO 3: POTENCIAL MERCADOLÓGICO DE COPRODUTOS NA ECONOMIA CIRCULAR: UM MAPEAMENTO BIBLIOMÉTRICO**

|          |                                   |           |
|----------|-----------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>                 | <b>28</b> |
| <b>2</b> | <b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>        | <b>31</b> |
| <b>3</b> | <b>RESULTADOS</b>                 | <b>31</b> |
| 3.1      | Coprodutos Agroindustriais        | 5431      |
| 3.2      | Análise Bibliométrica             | 5439      |
| <b>4</b> | <b>CONCLUSÃO</b>                  | <b>42</b> |
| <b>5</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOMÉTRICAS</b> | <b>43</b> |

### **CAPÍTULO 4: CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE BAGAÇO DE MALTE DE CEVADA E APLICAÇÃO EM FORMULAÇÕES DE BARRAS DE CEREAIS**

|                              |                                               |           |
|------------------------------|-----------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>                     | <b>INTRODUÇÃO</b>                             | <b>50</b> |
| <b>2</b>                     | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b>                     | <b>52</b> |
| 2.1                          | Material                                      | 54        |
| 2.2                          | Secagem e obtenção da farinha                 | 54        |
| 2.3                          | Caracterização da farinha de bagaço de malte  | 54        |
| 2.3.1                        | Composição centesimal                         | 52        |
| 2.3.2                        | Análise colorimétrica                         | 53        |
| <a href="#"><u>2.3.3</u></a> | Índice de Absorção de água (IAA) e óleo (IAO) | 53        |

|       |                                                                |     |
|-------|----------------------------------------------------------------|-----|
| 2.3.4 | Índice de Solubilidade em água (ISA).....                      | 54  |
| 2.3.5 | Capacidade de formação e estabilidade da espuma.....           | 56  |
| 2.3.6 | Capacidade de formação e estabilidade da emulsão.....          | 56  |
| 2.3.7 | Volume de intumescimento (VI).....                             | 57  |
| 2.3.8 | Higroscopicidade.....                                          | 57  |
| 2.4   | Produto.....                                                   | 55  |
| 2.5   | Análises do Produto.....                                       | 576 |
| 2.5.1 | Umidade e atividade de água.....                               | 576 |
| 2.5.2 | Análise colorimétrica.....                                     | 56  |
| 2.5.3 | Análise de textura.....                                        | 577 |
| 2.5.4 | Tabela Nutricional.....                                        | 577 |
| 2.5.5 | Análise estatística.....                                       | 578 |
| 3     | <b>RESULTADOS</b> .....                                        | 608 |
| 3.1   | Composição centesimal do bagaço de malte.....                  | 578 |
| 3.2   | Farinha de bagaço de malte.....                                | 578 |
| 3.2.1 | Cinética de secagem e classificação do tamanho da farinha..... | 579 |
| 3.2.2 | Composição centesimal da farinha.....                          | 60  |
| 3.2.3 | Análise de cor da farinha.....                                 | 63  |
| 3.2.4 | Caracterização tecnológica da farinha.....                     | 68  |
| 3.3   | Barra de cereal.....                                           | 57  |
| 3.3.1 | Caracterização das barras de cereais.....                      | 57  |
| 3.3.2 | Análise de cor para as barras de cereais.....                  | 71  |
| 3.3.3 | Análise de textura para as barras de cereais.....              | 57  |
| 3.3.4 | Tabela nutricional para as barras de cereais.....              | 57  |
| 4     | <b>CONCLUSÃO</b> .....                                         | 80  |
| 5     | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                        | 82  |
| 6     | <b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....                  | 88  |
| 7     | <b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....                                   | 88  |

CAPÍTULO I  
INTRODUÇÃO GERAL

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Dentre as principais ações globais para reestruturação dos países, a erradicação da pobreza e combate à fome é pauta fundamental, inclusive segue sendo debatido nas cúpulas do fórum do G20 ano após ano. Segundo Mascarello, Nascimento e Matos (2024), a França criou o grupo de trabalho em agricultura em 2011, e incorporou a agenda de desenvolvimento da Organização das Nações Unidas (ONU), tendo em foco o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2, que se refere à Fome Zero (G20 India, 2023a). Em 2024, foi proposta pelo Governo do Brasil durante a presidência do G20, a instauração da Aliança Global contra a Fome e a Pobreza, que tem o objetivo de unir esforços de países, organizações internacionais e instituições financeiras com foco na erradicação da fome e da pobreza até 2030 (BRASIL, 2025). A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) divulga que o resultado das ações estratégicas removeu o Brasil do mapa da fome e reflete a média trienal 2022/2023/2024, que colocou o país abaixo do patamar de 2,5% da população em risco de subnutrição ou de falta de acesso à alimentação suficiente.

Em contrapartida à extrema luta pela redução da fome e acesso a alimentos, necessita-se dar enfoque ao sistema econômico global. Gu et al. (2021) projetam que a população mundial atingirá 9,7 bilhões em 2050 e 10,9 bilhões em 2100, como resultado, a demanda mundial por alimentos aumentará numa projeção de 70% no mundo e em 100% nos países em desenvolvimento (FAO, 2020). Surgem assim preocupações de como será possível manter essa população alimentada, respeitando as diretrizes de leis como a Lei nº 11.346/2006, Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional – LOSAN, que visa assegurar o direito humano à alimentação adequada no Brasil (BRASIL, 2006), por exemplo, e tendo em vista que o progresso econômico, principalmente nos países emergentes, gera aumento da demanda por alimentos e dietas diversificadas (SILVA et al, 2020).

A evolução da tecnologia e das ciências têm permitido um grande crescimento da indústria de alimentos. De acordo com a Forbes (2019), a tecnologia ajuda os fabricantes de alimentos a produzirem com mais eficiência visando atender a uma população mundial crescente. Quando se fala do setor agrário, segundo projeção do MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2021) algodão, soja, milho, carnes suína, bovina e frango, e frutas, em especial manga, são os produtos mais dinâmicos da agropecuária brasileira que terão maior crescimento da produção nos próximos 10 anos.

Considerando todos os dados, se torna inversamente proporcional a alta taxa de desperdício de alimentos, seja em processamento, ou após chegar ao consumidor, sendo equivalente a aproximadamente 1300 toneladas de alimentos desperdiçados no mundo por ano (FAO, 2020), enquanto aproximadamente 820 milhões de pessoas (Silva et al., 2020) estão ainda em situação de fome extrema ou desnutrição.

A sustentabilidade dos sistemas alimentares e agrícolas precisa se adaptar aos novos padrões de consumo de alimentos, com atualizações nas estratégias e nos modelos agrícolas existentes (Galanakis, 2024). Sabendo que o desperdício de alimentos gera resíduos sólidos e líquidos em quantidade que se torna difícil de tratar de forma correta. A economia linear que visa hiper produtividade, mostra baixa sustentabilidade a longo prazo com seus recursos limitados, pouca disponibilidade e adaptabilidade (VILLALPANDA, 2023). Esta se caracteriza por um fluxo unidirecional de produção, frequentemente resumido no ciclo de extrair, transformar e descartar. Nesse modelo, os recursos naturais são retirados do meio ambiente, processados em bens de consumo e, ao final de sua vida útil, destinados a aterros ou descartados como resíduos sem valor agregado. Essa lógica ignora que matérias-primas podem ser finitas e a capacidade limitada do planeta em absorver resíduos, o que resulta em um sistema ambientalmente e economicamente vulnerável. Assim, surge o modelo de economia circular, que defende o desenvolvimento de maior circularidade nos processos produtivos, visando a sustentabilidade dos processos e entendendo como oportunidade de negócios, capaz de contribuir para o aumento da competitividade a longo prazo, sem colocar em risco as gerações futuras (PEREIRA; MOTTA, 2020). De acordo com Pereira e Motta (2020), uma economia circular é restaurativa e regenerativa por princípio, tendo como objetivo manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor, durante todo o tempo, diferenciando os materiais entre técnicos e biológicos.

Dentre os maiores desperdícios de alimentos em cadeia está o processamento na indústria, que descarta desde o beneficiamento até o produto, partes consideráveis de suas matérias-primas. Em indústrias do ramo cervejeiro, as estimativas de perda são contabilizadas desde as latas, embalagens, insumos até a perda de extrato, que é caracterizada pelas matérias-primas, mosto cervejeiro ou cerveja perdida no processo.

O malte de cevada é uma das matérias-primas usadas na produção da cerveja, e seu bagaço é o principal coproduto da indústria cervejeira. Conforme Massardi, Massini e Silva (2020), a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja disponibilizou dados que estimam a produção de 14,1 bilhões de litros de cerveja no Brasil em 2016, contribuindo

com 1,6% do PIB do ano no país, empregando mais de 2,7 milhões de trabalhadores e gerando 21 bilhões de reais em impostos, o que demonstra o impacto do ramo no cenário da indústria brasileira (CERVBRASIL, 2016).

Com a alta produção de cerveja e crescimento exponencial do ramo, estima-se a grande geração de resíduos sólidos no processo, considerando que na fabricação de 100 litros de cerveja, são gerados 20 kg do bagaço com 70% a 80% de umidade (KUNZE, 2014). Massardi, Massini e Silva (2020), descrevem que a geração estimada de coprodutos se iguala a uma produção média de 2,82 milhões de toneladas do material por ano no Brasil, ou, em média, 0,71 milhões de toneladas do resíduo seco, quando considerada a produção total de cerveja em 2016. Atualmente, esse descarte se concentra em aterros sanitários, ou venda do coproduto para ração animal considerando seu alto valor nutricional. Inclusive, estudos comprovam que a incorporação do bagaço de malte em produtos alimentícios, como a tecnologia de panificação, por exemplo, melhora as propriedades nutricionais resultando em níveis aumentados de fibra dietética, proteínas e compostos fenólicos (KUIAVSKI; BEZERRA; TEIXEIRA; RIGO, 2020).

Além disso, o cenário alimentar brasileiro passa por uma reconfiguração, a inclusão de alimentos funcionais e enriquecidos na dieta se tornam uma tendência de consumo em expansão. A demanda por soluções que atrelem praticidade, saúde e performance tem impulsionado a inovação em busca de produtos que variem de snacks a bebidas. A FORBES (2025) relata que essa mudança reflete uma fase na alimentação caracterizada pela busca por uma dieta funcional, assim as proteínas e fibras surgem como macronutrientes de destaque, e sendo incorporados em diversos produtos devido a sua capacidade de modular saciedade, atuar na manutenção da massa muscular e controle de glicemia.

Segundo o relatório de tendências 2026 Global Food and Drink Predictions da MINTEL (2025), em uma época de abundância de conselhos de saúde disponíveis instantaneamente, as fibras e proteínas se destacam em 2026, tornando-se nutrientes essenciais e acessíveis. Desta forma, projeta-se o crescimento da economia circular aplicada a indústria de alimentos com foco em otimização de processos e reaproveitamento de coprodutos com valor agregado, um estudo bibliométrico foi realizado visando qualidade e quantidade de pesquisas no tema, além do direcionamento do ramo de pesquisas no âmbito da economia circular e reuso de coprodutos para novas produções a baixo e custo e alta acessibilidade a produtos que possam contribuir para a redução da fome no Brasil, atingindo a perspectiva de novos negócios e fomento de

pesquisas. Além disso, foi realizada a caracterização da farinha de bagaço de malte e a produção de quatro barras de cereais a partir do coproduto, visando determinar seu potencial de aproveitamento.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Produzir e caracterizar a farinha de bagaço de malte, e a partir desta caracterização, desenvolver quatro formulações de barra de cereal para fins alimentícios.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar pesquisa bibliométrica acerca do tema de pesquisa e impacto técnico-científico;
- Analisar impacto de diferentes temperaturas de secagem para bagaço de malte;
- Avaliar as farinhas produzidas quanto às propriedades nutricionais, tecnológicas e funcionais;
- Analisar a adição da farinha de bagaço de malte em quatro formulações de barra de cereal;
- Propor diretrizes para a substituição sustentável de insumos em P&D, fundamentadas na validação técnica de coprodutos para a economia circular.

## **3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111346.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111346.htm). Acesso em: 15 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2020/21 a 2030/31: projeções de longo prazo. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio>. Acesso em: 27 set. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social. Brasil sai do Mapa da Fome da ONU: conquista histórica reflete políticas públicas eficazes. [S.l.]: MDS, 28 jul. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mds/pt-br/noticias-e-conteudos/desenvolvimento-social/noticias-desenvolvimento-social/brasil-sai-do-mapa-da-fome-da-onu-conquista-historica-reflete-politicas-publicas-eficazes>. Acesso em: 15 nov. 2025.



CERVBRASIL. Anuário da cerveja no Brasil - 2016. Disponível em: [http://www.cervbrasil.org.br/novo\\_site/anuarios/CervBrasil-Anuario2016\\_WEB.pdf](http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/anuarios/CervBrasil-Anuario2016_WEB.pdf). Acesso em: 15 nov. 2025.

EMBRAPA. Crescimento e intensificação da produção agrícola brasileira. In: EMBRAPA. *Visão de futuro: intensificação tecnológica e concentração da produção*. [S.l.]: Embrapa, [20--?]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/intensificacao-tecnologica-e-concentracao-da-producao/sinal-e-tendencia/crescimento-e-intensificacao-da-producao-agricola-brasileira>. Acesso em: 15 nov. 2025.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO. FAO alerta que desaparecimento da biodiversidade ameaça produção de alimentos. Available in <https://nacoesunidas.org/fao-alerta-que-desaparecimento-da-biodiversidadeameaca-producao-de-alimentos/>. 2019, Accessed in March 28, 2020

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2025*. Rome: FAO, 2025. Disponível em: <https://www.fao.org/publications/fao-flagship-publications/the-state-of-food-security-and-nutrition-in-the-world/2025/>. Acesso em: 15 nov. 2025.

G20 INDIA. G20 background brief. New Delhi, 2023a. Disponível em: [https://www.g20.in/en/docs/2022/G20\\_Background\\_Brief.pdf](https://www.g20.in/en/docs/2022/G20_Background_Brief.pdf). Acesso em: 12 jul. 2024.

Galanakis, C.M. (2024). The Future of Food. *Foods*, 13(4):506. DOI: 10.3390/foods13040506.

GU, D.; ANDREEV, K.; DUPRE, M.E. (2021). Major Trends in Population Growth Around the World. *China CDC Wkly.*, 3(28):604–613. DOI: 10.46234/ccdcw2021.160.

KUIAVSKI, M. P.; BEZERRA, J. R. M. V.; TEIXEIRA, Â. M.; RIGO, M. Elaboração de pães com adição de farinha do bagaço de malte. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 53208-53221, jul. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/14152/11819>. Acesso em: 16 nov. 2025. doi: 10.34117/bjdv6n7-823.

KUNZE, W. *Technology Brewing and Malting*. 5. ed. Berlin: VLB Berlin, 2014.

MARTIN, N. How Technology Is Transforming The Food Industry. *Forbes*, 29 abr. 2019. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/nicolemartin1/2019/04/29/how-technology-is-transforming-the-food-industry/>. Acesso em: 15 nov 2025

MASCARELLO, J.; NASCIMENTO, J.; MATOS, M. M. O. A Presidência brasileira no G20: a intersectorialidade necessária entre o combate à fome, a bioeconomia e as mudanças climáticas para a construção de um mundo justo e um planeta sustentável. *Revista Tempo do Mundo*, Brasília, DF, n. 34, p. 149-174, abr. 2024. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/revistas/index.php/rtm>. Acesso em: 15 nov. 2025.

MASSARDI, M. M.; MASSINI, R. M. M.; SILVA, D. J. Caracterização química do bagaço de malte e avaliação do seu potencial para obtenção de produtos de valor agregado. *The Journal of Engineering and Exact Sciences – jCEC*, Viçosa, v. 6, n. 1, p.

83-91, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/ojs/jcec>. Acesso em 16 nov 2025. doi: 10.18540/jcecvl6iss1pp0083-0091.

PALÁCIO, C. Como os alimentos funcionais conquistaram o mercado no Brasil: Com proteínas, colágeno, adaptógenos e superfoods, alimentos saudáveis e prontos para o consumo ganham cada vez mais espaço e redesenham a forma como nos alimentamos. *Forbes Brasil*, 14 jul. 2025. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbeslife/2025/07/como-os-alimentos-funcionais-conquistaram-o-mercado-no-brasil/>. Acesso em: 16 nov. 2025.

PEREIRA, G. S.; MOTTA, M. G. D. Indústria 4.0 e economia circular: uma transformação digital e sustentável na engenharia, com aplicação no setor de alimentos e bebidas. 2020. Trabalho de Conclusão de Graduação (Engenharia) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11422/12459>. Acesso em: 16 nov. 2025.

SILVA, R. F.; LUNKES, R. J.; MENDES, A. A. C.; MONTEIRO, J. J. Efeito dos investimentos, globalização e condição econômica no desperdício de alimentos. *GCG: revista de globalización, competitividad y gobernabilidad*, Florianópolis, SC, v. 14, n. 3, p. 94-109, set./dez. 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7630735>. Acesso em: 15 nov. 2025.

VILLALPANDA, M. A. La economía circular para la seguridad alimentaria y el procesamiento agroindustrial de alimentos. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, v. 7, n. 2, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8241446>. Acesso em: 16 nov. 2025.

**CAPÍTULO 2**  
**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## 1. PRODUÇÃO DE CERVEJA E GERAÇÃO DE BAGAÇO DE MALTE DE CEVADA

### 1.1 Produção de Cerveja

Historicamente, há 2800 a.C. os babilônios já fabricavam diversos tipos de cervejas, Rosa e Afonso (2015) descrevem que documentos antigos relatam histórias e lendas ligadas à cerveja dos povos hititas, armênios, gregos, egípcios e outros. Historiadores datam os primeiros indícios do surgimento da cerveja em 8000 a.C, na Palestina. Em várias regiões era utilizada na alimentação diária da população como importante fonte de nutrientes, inclusive, sendo popularmente conhecida como pão líquido, devido às suas características nutritivas e semelhanças entre o método de produção de pães e o de cervejas.

A cerveja se tornou um fenômeno global e a paixão por ela está cada vez mais em ascensão no mundo globalizado. Seja em países de climas tropicais ou não, a bebida está presente em momentos de celebração em bares, restaurantes e nas casas dos consumidores. Ela está entre as cinco bebidas mais consumidas no mundo e a terceira mais consumida entre os brasileiros (Pinheiro, 2020).

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA - IN 65/2019), atualmente a cerveja é obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (Brasil, 2019). O malte é o termo técnico que define a matéria-prima resultante da germinação de qualquer cereal sob condições controladas. Há malte de trigo, centeio, entre outros cereais (Kalnin, 1999). No processo produtivo de cervejas, em geral, o malte cervejeiro ou cevada malteada, segundo o processo de malteação empregado, é ordenado em quatro classes (Figura 1): Malte Pilsen, Malte Munique, Malte Caramelo e Malte Preto ou Torrado (Cordeiro et al., 2011), no qual são feitas diferentes cervejas e com diferentes tipos de torra.



**Figura 1.** Tipos de Malte. **Fonte:** Cordeiro et al., 2011.

Quando surgiu, a bebida não continha lúpulo em sua composição; assim, ela se deteriorava com maior rapidez. Na Europa, por volta do ano de 1000, descobriu-se que o lúpulo possuía propriedades antissépticas, e foi então adicionado à cerveja, a fim de manter suas características de sabor por mais tempo, além de melhorar sua estabilidade (Rebello, 2009).

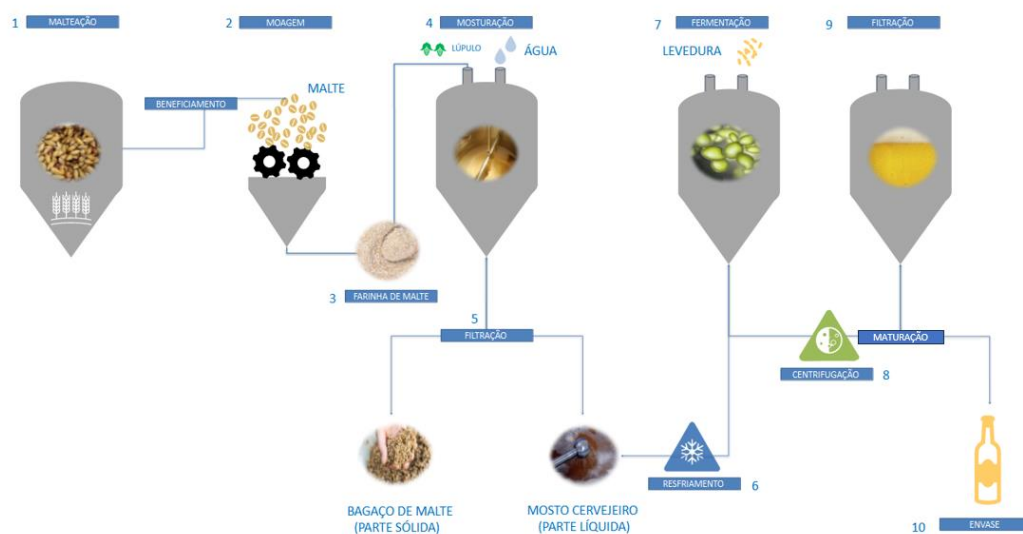
O processo industrial de fabricação de cervejas (Figura 2) se inicia pela malteação, a cevada é malteada ou germinada, processo no qual se sintetizam e mobilizam enzimas liberadas do grânulo de amido (endosperma). As enzimas produzidas irão participar da quebra de macromoléculas presentes nas matérias-primas cervejeiras durante a mosturação (Cordeiro et al., 2011) (1). Em seguida, ocorre o beneficiamento e preparo do malte, no qual é feita a peneiragem para garantir que não haverá corpos estranhos misturados ao malte, tem-se a moagem do grão de malte, que influencia de forma significativa no rendimento da brassagem (D. Junior et al., 2009) (2), a farinha obtida (3) no processo segue para a mosturação (conhecida como brassagem, maceração ou cozimento), na qual o malte moído é fervido em água quente, produzindo o que se chama de mosto (4) (Muxel, 2016).

O processo de preparação do mosto subdivide-se em: desintegração dos cereais ou matérias-primas; maceração e extração dos conteúdos dos grãos; separação dos materiais sólidos da fase líquida (filtração); aquecimento do mosto com o lúpulo que confere amargor (cocção) no início de fervura, resfriamento do mosto e eliminação dos materiais que conferem turgidez ao produto (D. Junior et al., 2009). Na etapa de fervura, em que ocorre a brassagem, a parte líquida ou mosto é fervida para atingir os parâmetros necessários, esta etapa tem por objetivo a solubilizar a maior quantidade possível de matérias hidrossolúveis do malte e dos adjuntos de fabricação empregados, o que se denomina extrato, o conteúdo obtido da mosturação é aquecido de 38 a 50°C, de modo a formar uma pasta homogênea; a temperatura é elevada gradualmente, cerca de 1°C por minuto, mas mantida abaixo da ebulição (de 65 a 70°C) (D. Junior et al., 2009), no final do processo de fervura se adiciona o lúpulo de aromático com o fim de preservar os aromas advindos do lúpulo.

Logo após, filtra-se o mosto para separá-lo de sua parte sólida, o bagaço de malte (5) levando-se em conta os aspectos qualitativos (mosto límpido e com baixa turbidez). Após a filtração, ocorre a fervura do mosto a 100 °C, o lúpulo estabiliza sua composição, inativando as amilases e proteases, que se precipitam em flocos (D. Junior et al., 2009).

E, quando pronto, o mosto é enviado para o resfriamento (6), que tem por objetivo separar o material sólido em suspensão no mosto, resfriar até a temperatura correta ( $10^{\circ}\text{C}$  -  $13^{\circ}\text{C}$ ) para o início da fermentação e aerar o mosto de maneira estéril e com um conteúdo correto de oxigênio (D. Junior et al., 2009), após atingir a temperatura desejada para inoculação do fermento (leveduras), o mosto será fermentado, etapa em que ocorre a biotransformação do mosto doce em produto alcoólico, sendo descrita como a conversão processada pela levedura (fermento) de glicose em etanol e gás carbônico, sob condições anaeróbicas, gerando liberação de calor (D. Junior et al., 2009) (7). O tempo de fermentação dura em média de 3 a 8 dias (Cerveja; Malte, 2022) em temperatura aproximada de  $4^{\circ}\text{C}$ . Quando o tempo máximo de fermentação é atingido, o fermento é recolhido, a cerveja é resfriada a  $0^{\circ}\text{C}$  e, em seguida, centrifugada (8) para remoção da maior quantidade de sólidos possíveis.

Por fim, a bebida entra em etapa de maturação, na qual ocorre a sedimentação de partículas em suspensão, proporcionando a clarificação e desencadeiam-se reações de esterificação entre os ácidos e os álcoois produzidos na fermentação (Rosa e Afonso, 2015), ocasionando modificações de aroma e sabor. Após o tempo de maturação estabelecido, que pode variar de 5 a 10 dias por estilo de cerveja (Kugelmeier et al., 2013), a bebida é filtrada (9) geralmente em filtros de terra diatomácea e passa por filtros de placa para melhor resultado quando se trata de clarificação, em seguida a mesma é carbonatada sobre pressão utilizando-se de gás carbônico e então a cerveja é envasada (10).



**Figura 2.** Fluxograma do processo produtivo industrial de cervejas.

## **1.2 Bagaço de Malte**

O principal subproduto da indústria cervejeira, o bagaço de malte, é composto, quantitativamente, pelas cascas da cevada malteada. Sua disponibilidade é constante ao longo do ano, em grandes volumes e a um baixo custo (Cordeiro et al., 2011), apesar de seu processo complexo, possui inúmeras vantagens quando se trata de possibilidades de aplicação na indústria de alimentos. De acordo com Tetra Pak (2023), o bagaço de malte é alto em fibras e proteínas, mas com baixo teor de açúcar, o que lhe agrega um perfil nutricional único e um grande potencial mercadológico. Cerca de 40 milhões de toneladas de bagaço de malte são descartadas todos os anos, principalmente como ração animal ou em aterros comuns.

Estima-se que o bagaço de malte represente de 15% a 25% do volume em relação ao mosto e pode ser influenciado por diversos fatores, como tipo de mosto, processo de brassagem, equipamentos utilizados e a qualidade do malte. Segundo GONÇALVES (2019), para cada 100 kg de grãos processados, são gerados 125 a 130 kg de bagaço úmido, com cerca de 80 a 85% de umidade, o que corresponde a cerca de 14 a 20 kg de bagaço para cada hectolitro de cerveja produzida. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2019), o Brasil produz 14 bilhões de litros de cerveja anualmente, gerando de 2 a 3 milhões de toneladas de bagaço de malte.

Apesar do seu significativo valor nutricional, o bagaço de malte é usado quase que em sua totalidade para a produção de rações para animais e, ainda assim, a sua utilização pode ser limitada caso o bagaço de malte apresente um alto teor de umidade (CORDEIRO et al., 2011). A utilização do bagaço de malte na indústria alimentícia traz inúmeros benefícios para o consumidor. Ao consumir produtos enriquecidos com esse ingrediente, o consumidor pode adquirir uma alimentação mais nutritiva, contribuindo para a saúde intestinal e o controle do peso. A sensação de saciedade proporcionada pelas fibras e proteínas presentes no bagaço é um fator relevante para a manutenção de uma dieta equilibrada.

## **1.3 Aproveitamento de coprodutos de malte de cevada**

No ciclo produtivo da agroindústria, os coprodutos como o bagaço de malte surgem como parte indesejável do processo, ainda assim, estes representam recursos nutricionalmente importantes na alimentação humana que passam por diversas etapas até a chegada em seu destino mais comum, os aterros comuns ou lixões.

Após a finalização ou mesmo durante o processo produtivo industrial, como é o caso do bagaço de malte, os coprodutos são separados do produto (Figura 2), a remoção ocorre via empurre da massa através de equipamento helicoidal e em alta temperatura, essa massa é encaminhada a um silo, o bagaço de malte é armazenado até que o compartimento esteja cheio o suficiente para que o conteúdo seja transferido a um caminhão e destinado a um aterro, ou para a venda, caso esteja com valor de umidade menor que 60%.

O sistema de armazenamento em silos tem como pré-requisito que o bagaço seja enviado ao silo com o mínimo de água possível, pois a umidade é um dos maiores desafios da comercialização ou mesmo do descarte de bagaço de malte, visto que torna ainda mais propícia a contaminação por micro-organismos e consequente apodrecimento do coproduto, impossibilitando a venda para ração animal e ainda deixando a massa mais pesada devido ao conteúdo de água, o que torna o transporte mais caro. A forma de separação entre o bagaço e o mosto cervejeiro é feita por filtração, de acordo com Breancini (2020), o mosto resultante é separado em filtro prensa, a primeira parte se divide em mosto cervejeiro filtrado e a segunda parte vira coproduto do processo, como demonstrado na etapa 5 do processo cervejeiro (Figura 2).

Ainda, quando não são reaproveitados, a geração de coprodutos pode resultar em descarte inadequado, gerando custos extras para as empresas. Além disso, o acúmulo de coprodutos em aterros pode contaminar o solo e a água subterrânea, com graves impactos à saúde humana e ao meio ambiente, a incineração destes libera gases de efeito estufa na atmosfera, intensificando o aquecimento global e suas consequências. Segundo Dias, et al. (2024), a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, exige que os municípios eliminem os lixões e implementem sistemas de gestão integrada de resíduos sólidos, o que inclui a instalação de aterros sanitários. No entanto, a implementação dessas soluções enfrenta uma série de desafios, como a falta de infraestrutura adequada, a escassez de recursos financeiros e a carência de educação ambiental para a população.

Considerando estes fatores, a utilização de coprodutos com fins alimentares e a incorporação desses materiais nos processos de produção pode aumentar o valor agregado do produto e reduzir os custos, assim, a Economia Circular se apresenta como possibilidade oportuna. De acordo com Abdalla e Sampaio (2018) este modelo econômico visa possibilitar um ideal aproveitamento e reaproveitamento sistemático de



produtos industrializados, bens duráveis e não duráveis, desde a etapa de concepção de projeto, até mesmo após a sua reutilização (ciclo de vida útil).

Um dos conceitos básicos defendidos pelos precursores da ideia de Economia Circular, é primar pela estabilidade da economia local e a geração de empregos. Além de buscar eliminar as consequências nocivas ao meio ambiente, decorrente do uso excessivo de bens duráveis e não-duráveis, e pelo descarte inadequado (Abdalla e Sampaio, 2018), sendo este um modelo de produção e consumo que se inspira na natureza, os recursos são utilizados de forma eficiente e os coprodutos são minimizados.

#### **1.4 Processo de Secagem**

A desidratação refere-se à perda ou remoção de água de uma substância ou mistura, quer por processo ordinário de secagem, quer por absorção, adsorção, reação química, condensação do vapor d'água, entre outros (Soares Alves et al, 2011). A remoção do conteúdo líquido no processo de secagem pode acontecer por vaporização ou sublimação.

De acordo com Celestino (2010), determinadas propriedades nutritivas do alimento podem ser perdidas, principalmente as vitaminas, em processos com tratamento térmico; entretanto, vantagens podem ser atribuídas à desidratação, como aumento da vida útil do produto. Apesar das possíveis perdas de alguns nutrientes, o valor alimentício do produto concentra-se por causa da perda de água, acarreta facilidade no transporte e comercialização, além disso o processo é mais econômico, tem baixo custo, a mão-de-obra não necessita ser especializada e os produtos desidratados também têm baixo custo de armazenagem.

O método de secagem escolhido foi o método por convecção. Segundo Teles et al. (2023), a secagem por convecção é um dos métodos mais utilizados para a conservação de frutas por meio da redução do seu teor de água até níveis entre 10 e 25% base úmida (b.u.), trata-se de uma operação, que normalmente reduz a qualidade do produto ao alterar suas características originais relacionadas à aparência e ao sabor. A secagem do bagaço de malte visa remover a umidade excessiva (geralmente acima de 50%), tornando-o mais estável para armazenamento, transporte e utilização em diversas áreas.

#### **1.5 Uso da farinha de bagaço de malte para fins alimentícios**

De acordo com Rigo et al. (2017), a composição bioquímica da farinha obtida a partir do bagaço de malte e descrita em porcentagem é composta por carboidratos (73,00

$\pm 3,85$ ), proteínas ( $12,50 \pm 0,28$ ) lipídios ( $5,29 \pm 0,11$ ), fibra bruta ( $27,6 \pm 2,50$ ), cinzas ( $3,40 \pm 0,02$ ) e umidade ( $5,20 \pm 0,23$ ). Segundo Moraes e Colla (2006), um alimento pode ser considerado funcional se for demonstrado que ele pode afetar benéficamente uma ou mais funções alvo no corpo, além de possuir os adequados efeitos nutricionais, de maneira que seja tanto relevante para o bem-estar e a saúde quanto para a redução do risco de uma doença. Os alimentos funcionais vêm ganhando destaque, pois prometem promover ações metabólicas benéficas, além de suas qualidades nutricionais (Germer e Niglio, 2024).

Germer e Niglio (2024) descreve que os alimentos funcionais foram regulamentados no Brasil pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na década de 1990. A presença desses produtos no mercado, portanto, é recente. Parte da população ainda não aderiu ao consumo, possivelmente por falta de conhecimento e de confiança, ou mesmo devido aos preços mais elevados em comparação aos similares. A ANVISA (Brasil, 2016) lista os seguintes compostos de alimentos funcionais (AF) com alegações de saúde comprovada: ácidos graxos ômega-3, carotenoides, fibras alimentares, probióticos, fitoesteróis e proteína da soja. Conforme as orientações da Anvisa (Brasil, 2019), as alegações de propriedades funcionais devem ser comprovadas cientificamente, e para o caso de fibras alimentares, a alegação pode ser utilizada desde que a porção do produto pronto para consumo forneça no mínimo 2,5 g de fibras, sem considerar a contribuição dos ingredientes utilizados na sua preparação. A alegação permitida nestes casos é que as fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino, seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis.

A Resolução RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012 (Brasil, 2012) descreve que quanto ao teor de fibra alimentar, o valor mínimo necessário para que a farinha seja considerada um produto com alto conteúdo de fibras é de 6g/100 g (6%), sendo a farinha de Rigo et al. (2017) considerada nessa classificação. Quanto ao teor de proteínas, a Resolução RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012 (Brasil, 2012), descreve que o valor mínimo necessário para que a farinha seja considerada um produto com alto conteúdo de proteínas é de 12 g/100 g (12%). Assim, farinha produzida por Rigo et al. (2017) pode ser considerada nessa classificação, portanto, bagaço e sua farinha se tornam ingredientes promissores para a produção de alimentos industrializados.

No ramo de farinhas funcionais, tem-se a farinha de aveia, que tem sido empregada na alimentação humana e animal, o que é justificado pelo seu elevado valor nutritivo, em função do alto teor de proteínas e bom balanço de aminoácidos. O uso de aveia na alimentação humana também se justifica pela qualidade de sua fibra alimentar e

os seus efeitos hipocolesterolêmicos no homem (Pedó; Sgarbieri, 1997). Quando comparado à aveia, que é comumente utilizada e considerada benéfica para a saúde humana, o bagaço de malte mostrou equivalente ou melhor em seu desempenho nutricional (Tabela 1), além de possuir características tecnológicas que lhe permitem ser empregado como uma matéria-prima com baixo custo de aquisição e alto valor agregado (Melo et al., 2016).

**Tabela 1:** Composição centesimal (g/100 g) descrita em porcentagem (%) de farinha de bagaço de malte (FBM) e a aveia crua.

| Nutriente    | FBM (RIGO et al., 2017) | Aveia Crua (TACO) |
|--------------|-------------------------|-------------------|
| Umidade      | 5,20 ± 0,23             | 9,1               |
| Proteínas    | 12,50 ± 0,28            | 13,9              |
| Lipídeos     | 5,29 ± 0,11             | 8,5               |
| Fibra bruta  | 27,6 ± 2,50             | 9,1               |
| Carboidratos | 73,00 ± 3,85            | 66,6              |

Nota-se que a farinha de bagaço de malte e a aveia crua demonstram alto conteúdo de proteínas e fibras, sendo propícios para o desenvolvimento de produtos com fim de enriquecimento nutricional, inclusive a composição centesimal da aveia cru que possui seus valores obtidos a partir da tabela TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos), demonstra melhor desempenho em quantidade de proteínas, enquanto o bagaço de malte apresenta maior quantidade de fibra bruta e menor quantidade de lipídeos. A composição centesimal do bagaço de malte pode variar de acordo com diversos fatores como variedade da cevada, tempo de colheita, cereais utilizados na maltagem, processo tecnológico empregado na cervejaria, condições de maltagem e mosturação ou mesmo quantidade e tipo de adjunto adicionado (CORDEIRO et. al., 2011).

As farinhas são amplamente difundidas para o desenvolvimento de produtos com foco em melhoria da formulação, resultando em produtos mais saudáveis após a suplementação. De acordo com Nascimento et. al. (2022), o bagaço de malte pode ser usado na indústria de cárneos aproveitando seu material lignocelulósico, com alto valor nutricional. Dessa forma, os autores elaboraram quatro formulações de produto cárneo bovino, tipo “hambúrguer”, utilizando diferentes concentrações de farinha de bagaço de malte, como substituta parcial dos ingredientes cárneos, a fim de obter um produto mais saudável. Os resultados apontaram que as formulações com adição de 6 e 9% de farinha apresentaram maiores teores de umidade e menores teores de proteínas e lipídios.

Aranha et. al. (2023), após testar quatro formulações de pão de mel contendo diferentes proporções de farinha de trigo e farinha de bagaço de malte, concluíram que a adição de farinha de bagaço de malte alterou os parâmetros de elasticidade, coesividade e mastigabilidade. Notou-se que as formulações com maior quantidade de bagaço de malte apresentam maior teor de fibras, sendo o triplo em relação a amostra com menor quantidade de bagaço de malte. Quanto à dureza, os resultados das formulações não diferem entre si ( $p \geq 0,05$ ), ou seja, a adição de farinha de bagaço de malte não alterou a maciez do pão de mel; em relação à elasticidade só houve diferenças significativas entre a amostra com maior quantidade de farinha de bagaço de malte e as demais, a adição de farinha de bagaço de malte diminuiu a elasticidade do pão de mel, porém os parâmetros de coesividade e mastigabilidade melhoraram nas amostras com maior quantidade de bagaço, devido ao aumento da quantidade de fibras. Outras aplicações para o bagaço de malte podem ser observadas na Tabela 2.

Dos 15 artigos analisados, a maior parte dos produtos desenvolvidos a partir do bagaço de malte de cevada está concentrada no setor de panificação (Tabela 2), com artigos relacionados a produtos como bolos, pães, cookies e tarteletes. Em seguida, destacam-se as áreas de produtos cárneos (embutidos e hambúrgueres) e bebidas (whisky e hidromel). Outros segmentos, como embalagens comestíveis, gelados comestíveis, suplementos alimentares e barras de cereais, apresentam apenas poucos artigos relacionados aos temas.

**Tabela 2:** Principais resultados de trabalhos de desenvolvimento de produtos a partir de bagaço de malte de cevada.

| PRODUTOS    | PRINCIPAIS RESULTADOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | AUTORES                 |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Panificação | <ul style="list-style-type: none"> <li>* O pão de forma desenvolvido contém 30% de bagaço de malte em relação a farinha de trigo;</li> <li>* Índice de aceitabilidade &gt; 80% em análises sensoriais;</li> <li>* Os provadores demonstraram interesse em comprar o produto;</li> <li>* Produto possui aspecto de pão integral e sabor de levedo de cerveja.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | MATTOS (2010)           |
| Panificação | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Foram elaborados pães com 20%, 40% e 60% de bagaço de malte em relação à farinha de trigo;</li> <li>* A formulação com 40% de bagaço de malte (F2) apresentou a melhor aceitação global e intenção de compra entre os provadores;</li> <li>* As análises mostraram aumento nos teores de fibras e proteínas nas formulações com bagaço de malte.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | KUIAVSKI et. al. (2020) |
| Panificação | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Investigaram o uso da farinha de bagaço de malte (FBM) na produção de biscoitos tipo <i>cookie</i>.</li> <li>* Os resultados mostraram que a FBM possui uma composição centesimal rica em proteínas, lipídios, cinzas e fibras, com um teor de fibras de 27,6%, superior ao da farinha de trigo.</li> <li>* A adição de FBM nas formulações dos biscoitos aumentou significativamente o teor de fibras, variando de 1,67% a 4,84%.</li> <li>* Os biscoitos com FBM apresentaram boa aceitação sensorial, com média de 7 ("gostei moderadamente") na escala hedônica para todos os atributos avaliados (aparência, cor, textura, aroma, sabor e aceitação global).</li> <li>* A intenção de compra foi alta para todas as formulações, com 78% de aprovação para os biscoitos com FBM e 70% para o biscoito padrão.</li> </ul> | RIGO et. al. (2019)     |
| Panificação | <ul style="list-style-type: none"> <li>* A Adição de 20% de bagaço de malte melhorou o perfil nutricional do brownie, aumentando o teor de fibras em 8% e diminuindo o teor de carboidratos em 5%;</li> <li>* A aceitação sensorial foi positiva, com 85% dos avaliadores aprovando o sabor e textura. O trabalho sugere que o uso desse resíduo pode agregar valor nutricional e reduzir o desperdício na produção alimentícia.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | SIQUEIRA (2023)         |
| Panificação | <ul style="list-style-type: none"> <li>* A FBM apresentou 16% de proteínas e índices de absorção de água e óleo e solubilidade em água maiores quando comparados à farinha de trigo;</li> <li>* A incorporação da FBM nas formulações de biscoitos promoveu aumento no teor de cinzas, proteínas e lipídeos, diminuiu o teor de umidade, carboidratos e ocasionou alterações sensoriais;</li> <li>* Sensorialmente, os biscoitos com 25% de FBM apresentaram maior aceitabilidade (&gt;70%) quando comparados aos biscoitos com 50% de FBM (&lt;70%);</li> <li>* O estudo destacou a viabilidade do reaproveitamento do bagaço de malte para enriquecer biscoitos salgados do tipo aperitivo.</li> </ul>                                                                                                                                                               | GURAK et. al. (2020)    |
| Panificação | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Os resultados indicaram que pães com 20% de farinha de bagaço apresentaram um aumento de 6% na fibra alimentar em comparação ao controle;</li> <li>* A aceitação sensorial foi significativa, com notas médias de 8,2 em 10 para sabor e textura;</li> <li>* O estudo sugere que a inclusão dessa farinha enriquece o valor nutricional do pão.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | TEIXEIRA et al. (2018)  |

**Tabela 2:** Principais resultados de trabalhos de desenvolvimento de produtos a partir de bagaço de malte de cevada. *(continuação)*

| PRODUTOS                | PRINCIPAIS RESULTADOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | AUTORES                |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Panificação             | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Das formulações apresentadas, os cookies com 15% de bagaço apresentaram um aumento significativo em fibras e compostos fenólicos, melhorando a qualidade nutricional;</li> <li>* Na avaliação sensorial, os cookies obtiveram notas médias de aceitação de 7,5 para sabor e 8,0 para textura, indicando boa aceitação entre os provadores.</li> </ul>                                                                                                                                                 | LEMOS et. al. (2019)   |
| Cárneos                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Quatro formulações de hambúrguer foram desenvolvidas, com diferentes proporções de farinha de bagaço de malte;</li> <li>* A análise revelou um aumento nos teores de fibras e proteínas nas formulações com adição de bagaço de malte;</li> <li>* O uso do bagaço de malte contribui para a elaboração de um produto mais saudável, com potencial de melhorar a qualidade nutricional dos alimentos.</li> </ul>                                                                                      | NASCIMENTO, (2021)     |
| Cárneos                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Foram elaboradas cinco formulações, a controle com farinha de bagaço de malte (0%) e outras com 0,5%, 1%, 2% e 4% de adição da farinha;</li> <li>* Adição de farinha de bagaço de malte proporcionou um aumento no teor de fibras;</li> <li>* Os resultados microbiológicos indicam que as salsichas atendem aos padrões de segurança alimentar;</li> <li>*As salsichas enriquecidas com farinha de bagaço de malte foram bem aceitas, apresentando um bom perfil sensorial.</li> </ul>              | ARAÚJO et al. (2021)   |
| Bebidas                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>*A aguardente desenvolvida apresentou parâmetros físico-químicos dentro do esperado, além de possuir teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante, indicando qualidade satisfatória;</li> <li>*A metodologia desenvolvida para a extração de alfa-amilase a partir do malte de cevada mostrou-se eficaz;</li> <li>*A extração da alfa-amilase a partir do malte de cevada apresentou potencial para aplicações laboratoriais, sendo uma alternativa viável para obtenção da enzima.</li> </ul> | SILVA (2025)           |
| Bebidas                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>* O uso do malte de cevada como suplemento ajuda a reduzir o desperdício gerado na indústria cervejeira;</li> <li>* O malte de cevada contribui para enriquecer o hidromel com nutrientes;</li> <li>*O estudo reforça a possibilidade de incorporar coprodutos da produção de cerveja em novas aplicações, promovendo práticas sustentáveis.</li> </ul>                                                                                                                                                | ANUNCIAÇÃO (2021)      |
| Suplementos Alimentares | <ul style="list-style-type: none"> <li>* O bagaço de malte, subproduto da produção de cerveja, é reaproveitado como suplemento alimentar, mostrando-se uma solução sustentável;</li> <li>* O bagaço de malte possui boas propriedades nutricionais, sendo alto em fibras e proteínas;</li> <li>* O estudo reforça o potencial do bagaço de malte como ingrediente para suplementos, com grande aceitação e aplicabilidade no mercado de alimentos funcionais.</li> </ul>                                                                      | MIRANDA et. al. (2023) |

**Tabela 2:** Principais resultados de trabalhos de desenvolvimento de produtos a partir de bagaço de malte de cevada. *(continuação)*

| PRODUTOS               | PRINCIPAIS RESULTADOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | AUTORES                     |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Embalagens Comestíveis | <ul style="list-style-type: none"> <li>* O uso de coprodutos agroindustriais, como o bagaço de malte e subprodutos da mandioca, contribui para a produção de materiais biodegradáveis, reduzindo o impacto ambiental;</li> <li>* Os filmes comestíveis produzidos apresentaram boas características mecânicas e de barreira, sugerindo sua aplicabilidade para embalagem de alimentos;</li> <li>* O estudo demonstra o potencial dos filmes biodegradáveis na substituição de plásticos convencionais, alinhando-se a práticas sustentáveis na indústria de embalagens.</li> </ul>                                                                                                                                                                                    | RODRIGUES<br>(2022)         |
| Gelados comestíveis    | <ul style="list-style-type: none"> <li>*A análise do gelato cervejeiro revelou um perfil nutricional promissor, caracterizado por alto teor de fibras e baixo teor de lactose, além de ausência de gordura trans e um valor energético de 106 kcal por porção de 60g;</li> <li>*A utilização do bagaço de malte de cevada como ingrediente no gelato cervejeiro representa uma estratégia eficaz de reaproveitamento de um subproduto da indústria cervejeira, promovendo a sustentabilidade e a economia circular;</li> <li>*Os resultados das análises microbiológicas e físico-químicas atestaram a conformidade do gelato cervejeiro com os padrões da ANVISA, indicando um alto controle de qualidade e sua aptidão para o consumo e comercialização.</li> </ul> | NASCIMENTO<br>(2020)        |
| Barra de cereal        | <ul style="list-style-type: none"> <li>*A análise da barra mostrou um alto teor de proteínas (6,60%) e baixo teor de carboidratos (54,89%), se comparado a barras comerciais;</li> <li>* O produto se destacou pelo potencial nutricional e pela contribuição para o reaproveitamento de coprodutos da indústria cervejeira.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | CAPELEZZO et al.<br>(2020). |

### 1.6 Barras de Cereais

Considerando as características físico-químicas da farinha de bagaço de malte, as possibilidades mais exploradas de aplicação em produtos no setor de alimentos (Tabela 2), e o impacto na sustentabilidade da cadeia produtiva das cervejarias, estima-se desenvolver barras de cereais. Segundo Guimarães e Silva (2009), barras de cereais são produtos obtidos da compactação de cereais, contendo frutas secas, castanhas, aromas e ingredientes ligantes. São utilizadas como opção de lanche rápido e saudável, substituindo os *snacks* tradicionais, os quais são alto em sódio e lipídeos.

A barra de cereal pode incorporar diferentes ingredientes funcionais que agregam textura e sabor, Segundo Freitas e Moretti (2006) estas foram introduzidas como alternativa saudável de confeito, quando consumidores mostraram-se mais interessados em saúde e dietas, ou mesmo uma alternativa saudável às barras de chocolate, o produto foi direcionado no Brasil inicialmente aos adeptos de esportes radicais. Possuem valor comercial devido a sua facilidade de produção e praticidade de consumo, podendo ser ainda, uma opção saudável, pela possibilidade de inclusão de ingredientes como fibras alimentares, gorduras mono e poli-insaturadas, além de componentes prebióticos e probióticos (FARINAZZI-MACHADO et al., 2020).

A adição da farinha de bagaço de malte à barra de cereal pode proporcionar maior quantidade de proteínas, enriquecendo nutricionalmente o produto, além de contribuir para a saciedade. Além disso, o bagaço de malte conta com uma boa quantidade de vitaminas, dentre essas a niacina, biotina, tiamina, colina, ácido pantotênico, riboflavina, piridoxina, ácido fólico e vitamina E (IKRAM et al., 2017). Albuquerque (2023) ressalta ainda, que a produção de farinha de bagaço de malte é a melhor forma de conservação do coproduto. Como é uma característica geral das farinhas possuir baixa umidade, é mais difícil que uma microbiota prejudicial ao alimento e à saúde humana se desenvolva, aumentando a durabilidade e a segurança do produto.

A aveia é utilizada na alimentação humana em vários produtos, levando em consideração suas características como sabor, textura, retenção de umidade e solubilidade (MOLIN, 2011). Malanchen (2019) afirma que a aveia é um dos poucos alimentos que podem ser considerados verdadeiros "supergrãos" devido à sua capacidade de fornecer uma ampla gama de nutrientes essenciais em uma única porção. Os flocos de aveia atuam ainda como agente de ligação, pois ajudam a dar estrutura às barras de cereal. De acordo com Malanchen et al., (2019), a aveia tem sido essencial na alimentação humana, sendo utilizada e empregada como ingrediente em mingaus, cereais matinais, barra de cereais,



produtos assados (bolos, pães, biscoitos), sendo um componente nutricional e complementar para diversos tipos de preparações. Além disso, a aveia é também benéfica para ajudar a controlar a glicemia, causando a absorção de glicose, o que é benéfico para diabéticos, e estimula funções imunológicas. O uso de farinha e farelo de aveia tem crescido devido ao alto teor de polissacarídeos, proteínas, minerais e lipídeos saudáveis que auxiliam no controle de doenças. (MALANCHEN et al., 2019).

A manteiga de amendoim confere cremosidade e sabor às barras. Esse ingrediente fornece gorduras saudáveis e proteínas, além de micronutrientes, como a vitamina E e o magnésio, essenciais para a saúde geral (CHUNG et al., 2005). A Castanha-do-Pará, também conhecida como castanha-do-Brasil, é um ingrediente altamente nutritivo que oferece diversos benefícios para a saúde, contém bons valores de proteínas, fibras, vitaminas, como a vitamina E, e minerais essenciais, incluindo magnésio e zinco, que são fundamentais para a manutenção da saúde geral (RÓDRIGUES; NASCIMENTO, 2012). Os compostos antioxidantes presentes nas castanhas ajudam a combater os radicais livres, reduzindo o estresse oxidativo e potencialmente diminuindo o risco de doenças cardíacas e câncer (MARTINS; ALMEIDA, 2018). As sementes de chia são um alimento altamente nutritivo que traz diversos benefícios para a saúde, são ricas em ácidos graxos ômega-3, que são essenciais para a saúde cardiovascular e desempenham um papel importante na redução da inflamação (BANTLE et al., 2000). Além disso, as sementes de chia são fonte de fibra, que pode ajudar a regular o trânsito intestinal, promover a saciedade e auxiliar no controle do peso (SLAVIN, 2013).

## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, F. A.; SAMPAIO, A. C. F. Os novos princípios e conceitos inovadores da Economia Circular / New Innovative Principles and concepts of the Circular Economy. Revista Entorno Geográfico, n. 15, p. 82-102, fev./jun. 2018.

ALBUQUERQUE, I. M. C. Influência da farinha de bagaço de malte nas propriedades físicas de iogurte batido. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2023.

ANUNCIAÇÃO, A. S.; MARTINEZ, E. A. Elaboração de hidromel por *Saccharomyces bayanus* Premier Blanc: efeito do uso de extrato de malte de cevada como suplemento. Anais dos Seminários de Iniciação Científica, n. 25, 2021.

ARANHA, C. P. M.; SANTOS, A. T.; MACHADO, T. L. C.; MARTELLI, S. M. Elaboração e caracterização de pão de mel adicionado de farinha de bagaço de

malte. Revista Perspectiva, v. 47, n. 179, p. 71–82, 2023. DOI: 10.31512/persp.v.47.n.179.2023.347.p.71-82.

ARAÚJO, H. L.; VEIGA, S. M. O. M.; SILVA, D.; BOAS, A. F. V.; SILVA, M. L. R. Características físicas, químicas e microbiológicas de embutidos processados com farinha de bagaço de malte de cevada. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 3, pág. e22610312069, 2021. Mar 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i3.12069. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12069>. Acesso em: 27 mar. 2025.

BANTLE, J. P. et al. Effects of dietary n-3 fatty acids on cardiovascular health: A critical review of the literature. American Journal of Clinical Nutrition, v. 71, n. 4, p. 893-898, 2000. DOI: 10.1093/ajcn/71.4.893.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 nov. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ed. 239, p. 31, 11 dez. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Alegações de propriedade funcional aprovadas. Brasília, DF: Anvisa, 2019. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-programas-e-seguranca-dos-alimentos-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/alegacoes-de-propriedade-funcional-aprovadas\\_anvisa.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-programas-e-seguranca-dos-alimentos-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/alegacoes-de-propriedade-funcional-aprovadas_anvisa.pdf). Acesso em: 03 jan. 2026

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 1 Brasília, DF, 3 ago. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário da Cerveja 2019. Brasília, DF: MAPA, 2019. Disponível em: [file:///C:/Users/99835959/Downloads/admin2,+12\\_9418.pdf](file:///C:/Users/99835959/Downloads/admin2,+12_9418.pdf). Acesso em: 25/02/2025.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. (2016). Anvisa atualiza lista de alegações de propriedades funcionais e de saúde. Recuperado em 13 de junho de 2018, de [http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset\\_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-atualiza-lista-de-alegacoes-de-propriedades-funcionais-e-de-saude/219201?inheritRedirect=false](http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-atualiza-lista-de-alegacoes-de-propriedades-funcionais-e-de-saude/219201?inheritRedirect=false)  
» [http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset\\_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-atualiza-lista-de-alegacoes-de-propriedades-funcionais-e-de-saude/219201?inheritRedirect=false](http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-atualiza-lista-de-alegacoes-de-propriedades-funcionais-e-de-saude/219201?inheritRedirect=false).

BREANCINI, G. Filtração da cerveja: descrição, equipamentos e estudos de casos. 2018. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

CAPELEZZO, L.; DALL AGNOL, J.; TOMBINI, C.; GODOY, J. S.; ONOFRE, S. B.; MACHADO JÚNIOR, F. R. S.; DE MELLO, J. M. M.; DALCANTON, F. Elaboração e avaliação físico-química de uma barra de cereal utilizando resíduo cervejeiro 1 / Physical and chemical evaluation and evaluation of a cereal bar using beer waste. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 3, n. 3, p. 6008-6021, 2020.

CELESTINO, S. M. C. Princípios de Secagem de Alimentos. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 51 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081; 276). Acesso em: 30 de abril de 2024.

CERVEJA & MALTE. Fermentação da Cerveja. 2022. Disponível em: <https://cervejaemalte.com.br/blog/fermentacao-da-cerveja/#:~:text=Para%20a%20alta%20fermenta%C3%A7%C3%a3o%2C%20a,leveduras%20do%20tipo%20Saccharomyces%20cerevisiae>. Acesso em: 02 de ago de 2025.

CHUNG, M.; et al. Peanut butter consumption and risk of cardiovascular disease. *Nutrition Reviews*, v. 63, n. 1, p. 44-52, 2005.

CORDEIRO, L. G., EL-AOUAR, Â. A.; GUSMÃO, R. P., (2011). Caracterização e viabilidade econômica do bagaço de malte oriundo de cervejarias para fins energéticos. Dissertação (Mestrado em Química e Bioquímica de Alimentos), Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil. 78 p. 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4012>.

D. Junior, A. A., Vieira, A. G., Ferreira, T. P. (2009). Processo de Produção de Cerveja. *Revista Processos Químicos*, 3(6), 61-71. <https://doi.org/10.19142/rpq.v03i06.p61-71>. 2009. Acesso em: 2 jun. 2025.

FARINAZZI-MACHADO, F. M. V.; DORTA, C.; MARINELLI, P. S.; DA SILVA, A. R.; COELHO, L. A.; NAPOLEÃO DOMINGOS, P. A. Viabilidade celular de probióticos microencapsulados adicionados a barras de cereais / Viabilidade celular de probióticos microencapsulados adicionados a barras de cereais. *Revista Brasileira de Revisão de Saúde*, [S. l.], v. 4, pág. 9779–9791, 2020. DOI: 10.34119/bjhrv3n4-210. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/14354>. Acesso em: 15 fev. 2025.

FREITAS, D. G. C.; MORETTI, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. *1 Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 2, p. 318-324, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000200014>.

GERMER, S. P. M.; NIGLIO, F. S. R. Consumidores têm alta confiança em alimentos funcionais, mas é preciso aumentar sua credibilidade para expandir o mercado [online]. *SciELO em Perspectiva | Press Releases*, 2024 [viewed 27 February 2025].

Available from: <https://pressreleases.scielo.org/blog/2024/11/04/confianca-em-alimentos-funcionais/>.

GONÇALVES, S. Á. Aproveitamento de resíduos das agroindústrias cervejeira e macaúba para obtenção de farinhas alimentícias e sua utilização em biscoitos tipo cookie. 2019. 1 recurso online (xxi,152 f. : il., color.) : pdf. Orientadora: Maria Helena Caño de Andrade. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

GUIMARÃES, M. M.; SILVA, M. S. Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de frutos de murici-passa. Nutritional quality and acceptability of cereal bars added of murici dried fruits. Goiânia, GO: Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Goiás, 2009.

GURAK, P. D.; GLÜGER, H. D. Desenvolvimento de biscoitos salgados com o uso de subprodutos da indústria de cerveja. Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, SP, v. 27, p. e020023, 2020. DOI: 10.20396/san.v27i0.8659178. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8659178>. Acesso em: 28 fev. 2025.

IKRAM, S. et al. Composition and Nutrient Value Proposition of Brewers Spent Grain. Journal of Food Science, v. 82, n. 10, p. 2232–2242, out. 2017.

KALNIN, J. R. Avaliação estratégica para implantação de pequenas cervejarias. cap2. p. 5- 19. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. 1999. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/81040>.

KUGELMEIER, C. L. et al. Avaliação da Brassagem e Fermentação na Produção de Cerveja Pilsen em Microcervejaria. In: SIMPÓSIO DE BIOQUÍMICA E BIOTECNOLOGIA, 3., 2013, p. 220. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/2316-5200.2013v2n3espp220>. Acesso em: 2 jun. 2025.

KUIAVSKI, Maria Paula; BEZERRA, José Raniere Mazile Vidal; TEIXEIRA, Ângela Moraes; RIGO, Maurício. Elaboração de pães com adição de farinha do bagaço de malte. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 53208-53221, 1 jul. 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n7-823.

LEMO, L. C. S., SUBTIL CAVALCANTE, A. C. F. P., CÂNDIDO, C. J., GUIMARÃES, R. C. A., SIROMA, P. A. H. (2019). Avaliação sensorial, microbiológica e dos compostos bioativos de biscoito tipo biscoito desenvolvido com bagaço de cerveja e castanha de baru / Avaliação da composição sensorial, microbiológica e biocotiva de biscoito tipo biscoito desenvolvido com cerveja cook e castanha de baru. Revista Brasileira de Desenvolvimento, 5 (12), 31030–31041. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n12-207>

MALANCHEN, B.; DA SILVA, F.; GOTTARDI, T.; TERRA, D.; BERNARDI, D. Composição e propriedades fisiológicas e funcionais da aveia. FAG JOURNAL OF HEALTH (FJH), v. 1, n. 2, p. 185-200, 31 jul. 2019.

MARTINS, C. A.; ALMEIDA, C. E. Efeito de extratos de castanhas e nozes no estresse oxidativo. *Journal of Health Sciences*, v. 13, n. 3, p. 1-5, 2018. DOI: 10.17921/2447-8938.

MATTOS, C. Desenvolvimento de um pão fonte de fibras a partir do bagaço de malte. 2010. Trabalho de Conclusão de Graduação (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre, 2010. Disponível em: [http://hdl.handle.net/10183/28403](http://hdl.handle.net/10183/28403). Acesso em: 23/02/2025.

MELO, A. A.; MANFIO, M.; ROSA, C. S. Composição e propriedades tecnológicas da farinha do resíduo da fermentação da cerveja. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.18, n.1, p.91-95, 2016.

MIRANDA, C. A. D.; FERREIRA, G. L.; BATISTA, M. F. D.; SANCHES, V. M. F. Suplementação alimentar a partir de bagaço de malte. 2023. Instituto Mauá de Tecnologia. Disponível em: <https://repositorio.maua.br/handle/MAUA/564>. Acesso em: 27/03/2025.

MOLIN, V. T. S. D; Avaliação química e sensorial do grão da aveia em diferentes formas de Processamento, 2011, In: Dissertação de mestrado. Ciência e tecnologia dos alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, 2011.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. *Revista Eletrônica de Farmácia*, 1 [S. l.], v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006. 2 ISSN: 1808-0804.

MUXEL, A. *Fundamentos de Fabricação de Cerveja - Dia de Brassagem*. Blumenau: Universidade Federal de Santa Catarina, 03 out. 2016. Disponível em: [https://amuxel.paginas.ufsc.br/files/2017/03/Brassagem\\_SNCT\\_alunos.pdf](https://amuxel.paginas.ufsc.br/files/2017/03/Brassagem_SNCT_alunos.pdf)

NASCIMENTO, C. S. Prospecção de produtos inovadores com a utilização do bagaço de malte na fabricação de gelatos. 2020. 65 f. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) - Instituto de Química e Biotecnologia, Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia 1 para Inovação - PROFNITC, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/7622>. Acesso em: 29 mar. 2025

NASCIMENTO, M. H. S.; SILVA, V. R. O.; SILVA, M. H. L.; BENEVENTO JÚNIOR, A. A.; CAMPOS, A. N. R.; CUNHA, S. F. V. Elaboração e avaliação da composição centesimal de produto cárneo bovino adicionado de farinha de bagaço de malte. . *Brazilian Journal of Food Research*, v. 2, n. 8, p., ago. 2021. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/alimentos/article/view/2028>.

PEDÓ, I.; SGARBIERI, V. C. Caracterização química de cultivares de aveia (*Avena sativa* L.). *Food Science and Technology*, Campinas, SP, v. 17, n. 2, p. ago. 1997. DOI: 10.1590/S0101-20611997000200002. Acesso em: 25/02/2025.

- PINHEIRO, B. H. O. Processo cervejeiro e a comercialização da cerveja. 2019. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/28599>.
- Rebello, F. D. F. P. (2009). Produção de cerveja. *Revista Agrogeoambiental*, 1(3), 11. Disponível em: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v1n32009224>
- RIGO, M.; BEZERRA, J. R. M. V.; RODRIGUES, D. D.; TEIXEIRA, A. M. Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de bagaço de malte como fonte de fibra. *Revista Ambiência*, Guarapuava, v. 15, n. 1, p. 50-60, 2017.
- RÓDRIGUES, A.; NASCIMENTO, J. A Castanha-do-Pará e seus benefícios à saúde. In: XXVI Congresso Nacional de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Anais. São Paulo: UNESP, 2012.
- RODRIGUES, C. G. Produção de filmes comestíveis biodegradáveis a partir de bagaço de malte ou subprodutos do processamento de mandioca. 2022. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/48373>. Acesso em 27/03/2025.
- ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. A química da cerveja. *Revista Química Nova*, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 98-105, maio 2015.
- SILVA, M. S. Y. Viabilidade do uso de alfa-amilase de malte de cevada na hidrólise do amido da batata-doce como alternativa na fabricação de aguardente. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2025.
- SIQUEIRA, I. R. Aproveitamento do resíduo cervejeiro no desenvolvimento de sobremesa tipo brownie: avaliação da qualidade nutricional e aceitação sensorial. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2023.
- SLAVIN, J. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients*, v. 5, n. 4, p. 1417-1435, 2013. DOI: 10.3390/nu5041417.
- SOARES ALVES, F. M.; MACHADO, A. V.; QUEIROGA, K. H. Alimentos produzidos a partir de farinha de caju, obtida por secagem. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 1-10, 2011. ISSN 1981-8203.
- TEIXEIRA, A. M.; SÉKULA, N.; MULLER, B.; BEZERRA, J. R. M. V.; RIGO, M. Avaliação físico-química e sensorial de pães com diferentes proporções de farinha de bagaço de malte de cevada como fonte de fibra. *AMBIÊNCIA*, 1 v. 14, n. 3, p. 439-448, 2018.
- TELES, T. B., LUIZ, M. R., TOMAZ, J. L. F., DE ALMEIDA, M. M., DE SOUZA, N. C., DE LIMA, C. V. A., OLIVEIRA, T. DA S. (2023). Avaliação do processo de secagem

de resíduo de malte. *Brazilian Journal of Development*, 9(2), 7698–7712.  
<https://doi.org/10.34117/bjdv9n2-103>

TETRA PAK. Bagaço de malte | Tetra Pak Brazil. 2023. Disponível em:  
<https://www.tetrapak.com/br/produtos/solucoes-para-industria-de-bebidas/bagaço-de-malte>. Acesso em: 18/06/2024.

UNICAMP. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). 4. ed. Campinas: 1 NEPA-UNICAMP, 2011.

**CAPÍTULO 3**  
**ARTIGO BIBLIOMÉTRICO**

**POTENCIAL MERCADOLÓGICO DE COPRODUTOS NA ECONOMIA  
CIRCULAR: UM MAPEAMENTO BIBLIOMÉTRICO**



## RESUMO

Nos últimos 20 anos, o Brasil transformou seu agronegócio e indústria de alimentos, impulsionado por tecnologia e sustentabilidade. A evolução da produção contrasta com o desperdício global de 1,3 bilhão de toneladas anuais. A economia circular, incentivada por políticas como o Decreto nº 12.082/2024, busca reverter essa situação, reaproveitando coprodutos agroindustriais, como resíduos de frutas, o bagaço da cana-de-açúcar e de malte de cevada. Esses coprodutos, altos em nutrientes e fibras, podem se transformar em novos produtos, reduzindo perdas e combatendo a insegurança alimentar. Este trabalho utiliza um estudo bibliométrico para mapear o potencial de aproveitamento desses resíduos, além de estudar a projeção das pesquisas vinculadas ao tema, visando redução do desperdício e promoção da segurança alimentar.

**Palavras-chave:** sustentabilidade; bagaço; coprodutos; economia circular; malte; alimentos.

### ABSTRACT

Over the past 20 years, Brazil has transformed its agribusiness and food industry, driven by technology and sustainability. This evolution in production contrasts sharply with the global waste of 1.3 billion tons annually. The circular economy, encouraged by policies such as Decree No. 12,082/2024, seeks to reverse this situation by reusing agro-industrial byproducts, such as fruit waste, sugarcane bagasse, and barley malt. These byproducts, rich in nutrients and fiber, can be transformed into new products, reducing losses and combating food insecurity. This work uses a bibliometric study to map the potential for utilizing these residues, as well as to study the projection of research linked to the topic, aiming at reducing waste and promoting food security.

**Key words:** sustainability; bagasse; co-products; circular economy; malt; food.

## 1. INTRODUÇÃO

O ecossistema de negócios global passou por transformações nas últimas duas décadas, e o Brasil, especialmente na indústria e no agronegócio, foi exemplo dessa mudança. O modelo de produção industrial de alimentos no país evoluiu impulsionado por avanços tecnológicos, demandas do mercado e uma crescente preocupação com a sustentabilidade, aliado a essa mudança na produção, o consumo de alimentos no Brasil experimentou uma revolução, refletindo novas tendências, hábitos e desafios (DA SILVA, 2021).

Há alguns séculos, antes do início do processo de industrialização, a produção e o processamento de alimentos estavam associados à pequena escala, com o crescimento e urbanização da população, a escala de produção de alimentos foi redimensionada para aumentar a produção e a produtividade e, dessa forma, garantir alimentos em quantidades suficientes para alimentar os moradores dos centros urbanos (CRUZ; SCHNEIDER, 2010). Ainda assim, apesar do redimensionamento industrial do país, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) alertou que, anualmente, 1,3 bilhão de toneladas de alimentos é desperdiçada ou se perde ao longo das cadeias produtivas de alimentos. Este volume representa 30% de toda a comida produzida por ano no planeta (FAO, 2020).

Além disso, na América do Sul, o número de pessoas que sofrem de fome diminuiu 3,5 milhões entre 2021 e 2022 (FAO, 2023). Essa redução pode estar relacionada à políticas públicas governamentais, além da aderência das indústrias ao sistema de economia circular previsto pelo Art. 1º do decreto Nº 12.082, DE 27 DE JUNHO DE 2024, em que o governo federal institui a Estratégia Nacional de Economia Circular, com a finalidade de promover a transição do modelo de produção linear para uma economia circular, de modo a incentivar o uso eficiente dos recursos naturais e das práticas sustentáveis ao longo da cadeia produtiva (BRASIL, 2024, Art. 1º). Tal sistema reconfigura ações visando a sustentabilidade alimentar ao longo da cadeia, quando se trata de indústrias de alimentos, e fortalecendo normas como a LEI Nº 11.346, DE 15 DE SETEMBRO DE 2006, que dispõem que a alimentação adequada é direito fundamental do ser humano, devendo o poder público adotar as políticas e ações que se façam necessárias para promover e garantir a segurança alimentar e nutricional da população (BRASIL, 2006).

Os coprodutos agroindustriais surgem como alternativa de redução de perdas durante a cadeia de produção, e inclusive, como opção de matéria-prima para novos

produtos visando a redução da insegurança alimentar no Brasil. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) relata que cerca de 17% da produção global de alimentos se perde na fase de processamento e industrialização (FAO, 2021). Segundo ALMEIDA (2021), coprodutos agroindustriais são, historicamente, utilizados como alimentos para animais, fertilizantes ou combustíveis, no entanto, alguns estudos têm sido realizados para avaliar a qualidade e o potencial destes resíduos no desenvolvimento de alimentos funcionais, devido ao seu conteúdo de fitoquímicos, fibras e supostos benefícios para a saúde.

Nos últimos anos, coprodutos agroindustriais têm sido pesquisados e utilizados como matéria-prima para a produção de novos materiais visando viabilizar o desenvolvimento de materiais sustentáveis que possam minimizar os impactos ambientais causados pelo descarte de coprodutos de culturas agrícolas (MARAVEAS, 2020), com este fim, inúmeras pesquisas utilizam coprodutos como o bagaço da cana-de-açúcar (FIORELLI et al., 2013), por exemplo. Segundo SOUZA (2021), o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) do mundo, em 2019 a produção chegou a 753 milhões de toneladas, que significa 39% da produção mundial.

Considerado o principal coproduto de cana-de-açúcar, o bagaço se apresenta como um material fibroso produzido no processo de moagem da cana-de-açúcar. Esse insumo é gerado pela indústria sucroalcooleira, portanto disponível em grande quantidade (SOUZA, 2021), geralmente são queimados nas próprias usinas de açúcar ou usados para a bioconversão em etanol, produzindo calor e energia (PEREIRA et al., 2020). São materiais de alta concentração de carboidratos, baixo conteúdo relativo de lignina, fácil utilização, baixo custo de colheita, transporte e armazenamento (GOUVEIA et al., 2009).

Dentre a classe de resíduos comumente utilizados na alimentação humana e animal está, ainda, o bagaço de malte de cevada. O processo produtivo de geração do bagaço de malte de cevada industrial se dá através da malteação ou germinação dos grãos (CORDEIRO et al., 2011), seguido do beneficiamento e preparo do malte através da eliminação de possíveis corpos estranhos como pedras, insetos ou partes móveis. O malte moído é fervido em água, produzindo o mosto cervejeiro (D. JUNIOR et al., 2009). Após a fervura, ocorre a etapa de filtração do mosto, em que a parte líquida e com baixa turbidez segue para o processo cervejeiro, posteriormente, haverá a inoculação de leveduras para fermentação (CERVEJA; MALTE, 2022). Enquanto o resíduo úmido e sólido retido na filtração do mosto é o bagaço do malte (BOURSCHEIDT et al., 2011), que geralmente é armazenado em silos antes de sua venda e destinação. Este é relacionado a altos teores de

proteínas, sendo seus principais usos a produção de etanol de segunda geração, de carvão hidrotérmico, de ácido láctico, de hidroximetilfurfural (HMF) e de produtos para nutrição humana (SOUZA et al, 2020). Segundo LEMOS et. al. (2019), o bagaço de malte apresentou resultados significativos em teor de fibras e compostos fenólicos em sua aplicação em produtos de panificação.

Há ainda, outra classe de coproduto presente em abundância nas indústrias e na casa do brasileiro. Segundo RANDOLPHO et al. (2021), atrás apenas da China e da Índia, o Brasil ocupa o terceiro lugar como maior produtor de frutas no mundo. Sua produção estimada de frutas em 2017 foi de, aproximadamente, 44 milhões de toneladas. Ainda no pódio, as laranjas brasileiras são as mais exportadas frente a outros países, sendo o Brasil o maior produtor mundial de laranjas, responsável por mais de 50% da produção de suco concentrado (LUCKSTEAD; DEVADOSS, 2021).

As frutas são consideradas alimentos perecíveis, e seus coprodutos são constituídos, essencialmente, por cascas, sementes, polpa ou bagaço, e caules, que representam o 10-35% da massa bruta (SILVA et al., 2022). As maiores perdas vêm de frutas e vegetais, representando até 50% da produção, e acontecem principalmente durante as etapas de processamento e pós-colheita (FAO, 2016), visto que, durante o beneficiamento desses alimentos, normalmente cascas, pontas e sementes são removidos para uso da polpa para diversos fins, gerando perdas nas etapas de corte e/ou prensagem. Estes coprodutos, geralmente, são descartados no meio ambiente, utilizados para compostagem ou aproveitados como fonte de alimentação para animais de grande porte devido ao seu baixo custo (PINTO et al., 2017). A FAO (Food and Agriculture Organization - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) descreve que cerca de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são desperdiçados ou perdidos anualmente em todo o mundo, ou seja, cerca de um terço de toda a produção mundial de alimentos destinada ao consumo humano. Entretanto, de acordo com Pinto et al. (2017), o reaproveitamento destes coprodutos pode se dar através da obtenção de insumos para a indústria, seja ela química, farmacêutica, cosmética ou alimentícia.

O ecossistema atingido pela economia circular, reforça a necessidade de pesquisas e estudos que demonstrem a viabilidade e potencial mercadológico de coprodutos industriais da área de alimentos e bebidas. A análise bibliométrica surge como alternativa e têm sido utilizada em pesquisas de diversas áreas do conhecimento, com foco em variados temas, como governança e sustentabilidade (N’ze; Tenkoul, 2024).

Desta forma, visando consolidar os dados e entender o rumo das pesquisas, quando se trata de economia circular e gestão de coprodutos, com foco em resíduos de frutas, bagaço de malte de cevada e de cana-de-açúcar, o presente trabalho objetiva realizar o estudo bibliométrico da literatura sobre o potencial de aproveitamento de coprodutos agroindustriais na economia circular utilizando o software *VOSviewer*, com base na amostra de 212 artigos coletados da base de dados *Web Of Science*.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A análise bibliométrica foi realizada conforme metodologia sugerida por Costa e Zoltowsky (2014). Os critérios estabelecidos para pesquisa foram: a. selecionar as fontes de dados para recuperação de material bibliográfico; b. eleger as palavras-chave e formular a sintaxe (string) para busca nas bases de dados; c. estabelecer critérios de inclusão e de exclusão para seleção dos documentos bibliográficos; d. buscar os documentos bibliográficos nas bases de dados selecionadas; e. filtrar os resultados de acordo com a coerência com o tema desejado. Neste estudo, foi realizado o acesso através do portal de Periódico da CAPES no dia 28 de maio de 2025, e a pesquisa bibliográfica foi realizada na base de dados *Web of Science* utilizando os termos "*sustainability*" and "*bagasse*" and "*coproducts*" or "*circular economic*" and "*malt*" and "*food*", o período selecionado foi de 2005 a 2025, priorizando os últimos 20 anos de pesquisa na área, não houveram restrições por nível de publicações ou por idiomas, porém foram priorizados os artigos de revisão, artigos de dados e artigos de procedimentos na área de ciência e tecnologia de alimentos (Tabela 3).

**Tabela 3:** Critérios de pesquisa.

| <b>Critérios</b>     | <b>Termos de Guia</b>                                                                                |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Realizada em:        | 28 de junho de 2025                                                                                  |
| Termos de pesquisa:  | <i>"sustainability" and "bagasse" and "coproducts" or "circular economic" and "malt" and "food".</i> |
| Período:             | 2005 a 2025                                                                                          |
| Campos de Pesquisa:  | Tópicos / Palavras-chave                                                                             |
| Tipo de Publicação:  | Artigos de dados, artigos de procedimento e artigos de revisão                                       |
| Nível de Publicação: | Sem restrições                                                                                       |
| Periódicos:          | Web of Science                                                                                       |
| Idiomas:             | Sem restrições                                                                                       |
| Área de pesquisa:    | Sem restrições                                                                                       |

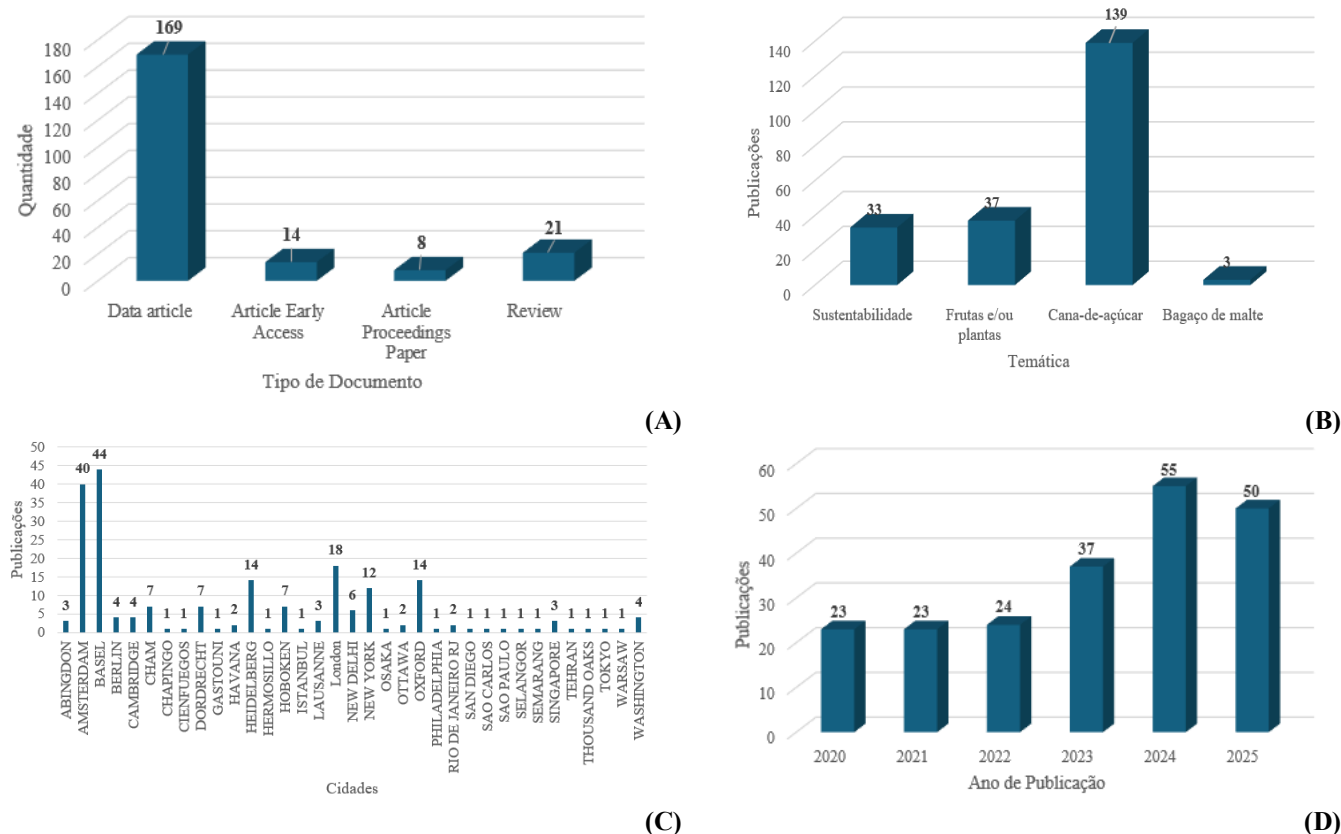
### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Coprodutos Agroindustriais**

Os resultados obtidos via pesquisa bibliográfica foram submetidos à análise bibliométrica, realizada no software VOSviewer com o fim de analisar o vínculo entre as palavras-chave que compõem os artigos dessa base. Foram encontrados 212 arquivos, publicados nos últimos vinte anos (2005 a 2025) que se enquadram nos critérios descritos na Tabela 3. Estes artigos foram exportados no formato .ris , e delimitados por títulos, palavras-chave e resumos no software VOSviewer .

Os trabalhos sobre os coprodutos agroindustriais são publicados, em sua maior parte, em documentos do tipo artigos de dados (169) e artigo de revisão (21) (Figura 3 - A), dentre os quais, é possível classificar através de temáticas centrais obtidas ao analisar a natureza do campo de pesquisa de cada trabalho. Logo, entende-se que coprodutos como bagaço de cana-de-açúcar (139), bagaço de malte de cevada (3), resíduos de frutas ou plantas (37) e, por fim, os trabalhos relacionados a temática de sustentabilidade na agroindústria (33) são as classes de trabalhos presentes dentre os 212 publicados (Figura 3 – B), sendo a temática voltada ao bagaço de cana-de-açúcar a que destoa com maior quantidade de trabalhos publicados.

Nota-se que há maior quantidade de trabalhos publicados em três cidades do mundo, sendo elas Basel/CH (44), Amsterdam/NL (40) e London/UK (18) (Figura 3 - C). As publicações ligadas às palavras-chaves (sustentabilidade; bagaço; coprodutos; economia circular; malte; alimentos) demonstraram constância em relação ao número de artigos publicados nos anos de 2020 a 2022, obtendo, respectivamente 23, 23 e 24 publicações por ano, porém, após 2023 houve uma crescente de pesquisas relacionadas ao tema, resultando em ascensão no número de publicações em 2023 (37), e projeção de crescimento contínuo para os próximos anos exemplificados pelo desempenho de publicações em 2024 (55) e 2025 (50) (Figura 3 - D), com potencial de fechamento do ano com recorde de publicações na área, devido à alta relevância do tema e ascensão de iniciativas governamentais voltadas para economia circular.



**Figura 3.** Pesquisa realizada na base de dados *Web Of Science* (2025): (A) Quantidade de publicações por tipo de documento; (B) Quantidade de publicações por temática; (C) Quantidade de publicações por cidade; (D) Quantidade de publicações por ano. **Fonte:** *Web of Science*, 2025.

Com base nas temáticas principais obtidas (bagaço de malte de cevada, bagaço de cana-de-açúcar, resíduos de frutas ou plantas e sustentabilidade na agroindústria), selecionou-se uma amostragem de 15 artigos que as representam, é possível constatar avanço nas pesquisas e, simultaneamente, na cadeia de projetos voltados a Economia Circular (Tabela 4).

Os estudos sobre bagaço de malte de cevada (Tabela 4) retratam sua aplicação na construção civil através da incorporação do coproduto em massa cerâmica em diferentes proporções (0%, 2,5%, 5%, 10% e 15%) como substituto parcial da argila, submetidos a diferentes temperaturas de sinterização e caracterizadas com base em suas propriedades químicas, físicas e características mineralógicas, sendo a amostra com 5% de bagaço de malte a que apresenta melhores resultados e menor redução das propriedades mecânicas (ANDRADE et al., 2023).



**Tabela 4.** Amostragem de artigos e principais resultados. **Fonte:** *Web of Science*, 2025.

| <b>Artigo</b>                                                                                                                                                   | <b>Citação</b>                    | <b>DOI</b>                     | <b>Eixo Temático</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| Sugarcane bagasse: a biomass sufficiently applied for improving global energy, environment and economic sustainability                                          | AJALA et al. (2021)               | 10.1186/s40643-021-00440-z     | Cana-de-açúcar       |
| Serratia rubidaea SNAU02-mediated biosurfactant production from cashew apple bagasse: A promising biotechnological strategy for environmental sustainability    | SREEDEV et al. (2024)             | 10.1016/j.bcab.2024.103158     | Frutas e/ou plantas  |
| Agro-Industrial Waste of Malt Bagasse: Perspectives on the Development of Eco-Friendly Ceramic Material                                                         | ANDRADE et al. (2023)             | 10.3390/su15119120             | Bagaço de malte      |
| Performance of laterite-based geopolymers reinforced with sugarcane bagasse fibers                                                                              | YANOU et al. (2021)               | 10.1016/j.cscm.2021.e00762     | Cana-de-açúcar       |
| Modelling of a Brazilian ethanol plant: impact of the bagasse use and the ethanol dehydration on energy efficiency and sustainability                           | CASTIÑEIRAS FILHO; PRADELLE(2020) | 10.1007/s40430-020-02653-3     | Sustentabilidade     |
| Sustainable biosynthesis of $\beta$ -carotene utilizing sugarcane bagasse: depiction and biotechnological implications                                          | RAVAL et al. (2024)               | 10.1007/s13399-024-05815-8     | Cana-de-açúcar       |
| Carbon Footprint for Jeans' Circular Economy Model Using Bagasse                                                                                                | SEMBA et al. (2024).              | 10.3390/su16146044             | Sustentabilidade     |
| Study of Mechanical and Thermal Properties of Environmentally Friendly Composites from Beer Bagasse                                                             | JORDÁ-REOLID et al. (2024)        | 10.3390/polym16202916          | Bagaço de malte      |
| Managing Orange Bagasse in the Central Area of Veracruz State                                                                                                   | GALINDO-SEGURA et al. (2023)      | 10.28940/terra.v41i0.1673      | Frutas e/ou plantas  |
| Sustainability of sugarcane lignocellulosic biomass pretreatment for the production of bioethanol                                                               | MARCON et al. (2020)              | 10.1016/j.biortech.2019.122635 | Cana-de-açúcar       |
| Comparative evaluation of cellulose nanocrystals from bagasse and coir agro-wastes for reinforcing PVA-based composites                                         | PAVALAYDON et al. (2022)          | 10.1007/s10668-021-01852-9     | Frutas e/ou plantas  |
| Impact of Malt Bagasse Silage on Fungal Diversity, Fusarium Species, and Mycotoxin Contamination Under a Circular Economy Approach to Climate Change Mitigation | VALICENTI et al. (2025)           | 10.3390/jof11070505            | Bagaço de malte      |
| Innovation in Cassava Bagasse Valorization: Efficiency of Convective Drying Enhanced with Ultrasound and Pulsed Electric Fields                                 | SERPA-FAJARDO et al. (2024)       | 10.3390/foods13172796          | Frutas e/ou plantas  |
| Eco-Friendly Cellulose Nanofiber Extraction from Sugarcane Bagasse and Film Fabrication                                                                         | SHAHI et al. (2020)               | 10.3390/su12156015             | Cana-de-açúcar       |
| Energy Sustainability Indicators for the Use of Biomass as Fuel for the Sugar Industry                                                                          | BORGES et al. (2024)              | 10.3390/technologies12030036   | Sustentabilidade     |

Além disso, Jordá-Reolid et al. (2024) estudou como a adição de bagaço de malte (10%, 20% e 30%) influencia as propriedades mecânicas, reológicas e térmicas de três polímeros, sendo eles ácido polilático (PLA), polietileno de fontes renováveis (BioPE) e polipropileno (PP), visando desenvolver novos biocompósitos que não degradem o meio ambiente. Em síntese, os parâmetros avaliados para as propriedades térmicas foram o DSC (Calorimetria Exploratória Diferencial) e o TGA (termogravimetria). Para DSC, temos que o compósito PP obteve melhor desempenho, a adição de bagaço teve o menor impacto em suas temperaturas de transição, sugerindo um comportamento mais estável, enquanto para TGA BioPE foi o compósito de melhor desempenho, mostrando a maior resistência à degradação por altas temperaturas, seguido pelo PP. Quando se trata das propriedades mecânicas, foram avaliados ensaios de tração, dureza e resistência ao impacto, nota-se que a adição de bagaço atua como um reforço, aumentando a rigidez para PP e BioPE, em contraste com PLA que teve sua rigidez diminuída com a adição do coproduto. Já as propriedades reológicas foram avaliadas pela análise do índice de fluidez de massa (MFI), que demonstra que os compósitos de BioPE e PLA apresentaram uma diminuição progressiva na fluidez com o aumento do teor de bagaço, enquanto PP se manteve com fluidez estável e aumentando de acordo com a adição do coproduto, começou em 2,05 (sem bagaço) e atingiu 2,10 (com 30% de bagaço).

Um dos artigos investiga o impacto da silagem de inverno na diversidade fúngica, analisando a presença de *Fusarium* e contaminação por micotoxinas no bagaço de malte, comparando os estágios pré e pós-silagem com a adição de pellets de alfafa (Valicenti et al., 2025), constatou-se que o processo de silagem de inverno de dois meses sob condições frias e temperadas parece reduzir a contaminação fúngica e preservar a qualidade da ração, tornando o consumo e redestinação de coprodutos segura. Os resultados ressaltam o potencial do bagaço de malte de cevada para melhorar a eficiência e a sustentabilidade dos materiais.

Nos artigos que abordam sobre o bagaço de cana-de-açúcar como coproduto (Tabela 2), Ajala et al. (2021) estudam diferentes métodos de pré-tratamento do bagaço (alcalino e alcalino-ácido) visando a otimização da produção de glicose a partir de dois processos de hidrólise (ácida e enzimática). O pré-tratamento tornou o bagaço suscetível à hidrólise, resultando em um rendimento de glicose superior a 80% em ambos os processos (ácido e enzimático). Constatou-se que o bagaço de cana-de-açúcar pode produzir bioetanol (um biocombustível) com um rendimento superior a 0,2 g/g e xilitol (um bioproduto) com um rendimento superior a 0,4 g/g. Assim, conclui-se a possibilidade

de uso do coproduto na produção de adsorventes, resinas, briquetes, cerâmica, concreto, cimento e compósitos poliméricos (AJALA et al., 2021).

Enquanto Yanou et al. (2021) comprovam a viabilidade do uso de fibra de bagaço de cana-de-açúcar (1,5%, 3%, 4,5%, 6% e 7,5%) em geopolímeros à base de laterita, resultando na diminuição da densidade, resistência à compressão e aumento da taxa sônica, possibilitando o uso no isolamento acústico, por exemplo. Há ainda, o estudo sobre a otimização da produção de  $\beta$ -caroteno usando a bactéria *Nesterenkonia sp. K-15-9-6* por meio de fermentação submersa. Foram testados oito coprodutos agroalimentares, sendo o bagaço de cana-de-açúcar o que apresenta quantidades significativas de  $\beta$ -caroteno, assim foi realizada uma combinação de bagaço de cana-de-açúcar (3 g), glicerol (1%), NaCl (2,5%), peptona (0,5%) e dextrose (0,5%) para produção e extração do pigmento por metanol. Logo, a otimização do meio de cultura resultou na produção máxima de 820  $\mu\text{g/ml}$  de  $\beta$ -caroteno, os testes realizados confirmam que o pigmento é seguro e pode ser utilizado em plantas. Além disso, as descobertas indicam a viabilidade da metodologia para obtenção de  $\beta$ -caroteno (RAVAL et al., 2024).

O bagaço de cana-de-açúcar foi estudado por Marcon et al. (2020) a fim de identificar e analisar os pontos críticos para a sustentabilidade de diferentes pré-tratamentos químicos usados na decomposição da lignocelulose do bagaço, assim o autor analisou as rotas tecnológicas atuais e propôs estratégias para aprimorar a sustentabilidade como a recuperação e reutilização de produtos químicos, ou sua substituição por solventes verdes, geração de calor e eletricidade a partir da bioenergia, reutilização da água dos evaporadores, concentração da vinhaça e o aprimoramento da lignina. Os resultados do estudo apontam que a sustentabilidade não se restringe apenas ao rendimento. Marcon et al. (2020) aprofundam a discussão quantificando o potencial de reutilização de recursos, como a recuperação de água dos evaporadores gerando economia de 22,4% da água necessária para o pré-tratamento, enquanto a concentração da vinhaça pode economizar até 37,8%, nota-se ainda uso da fração sólida rica em lignina para geração de energia, destacando que ela tem o dobro do poder calorífico do bagaço. Esses números reforçam a ideia de uma economia circular, em que os coprodutos de uma etapa são insumos para outra, assim comprova-se que as estratégias identificadas podem contribuir para o desenvolvimento de processos mais eficientes e menos impactantes ao meio ambiente.

O estudo da extração de nanofibras de celulose (NFC) do bagaço de cana-de-açúcar residual fibroso de forma sustentável e com redução de produtos químicos

agressivos foi feito por SHAHI et al. (2020) utilizando ultrassom, a celulose hidrolisada por AHP (0,5% *P / V*) foi irradiada ultrassonicamente por 1 h, 2 h e 3 h em solução de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 1% com um processador de ultrassom de baixa frequência (20 kHz) em banho de gelo para impedir superaquecimento das amostras. O cálculo de cristalinidade baseado em difração de raios X mostrou um aumento de 25% na cristalinidade da FNC extraída (61,1%) em comparação com o bagaço de cana bruto (35,1%), o que é coerente com outros estudos. Através da extração foi possível trabalhar na elaboração de filmes, assim os resultados sugerem que uma combinação de extração baseada em ultrassom e preparação de filme baseada em prensagem a quente é uma rota eficiente para produzir filmes de CNF de alta resistência.

Além disso, os artigos sobre coprodutos de frutas e plantas (Tabela 4), retratam o cenário brasileiro das agroindústrias, que sofrem com grandes excessos de partes costumeiramente não consumidas destes coprodutos, caso de um dos trabalhos analisados, o artigo de revisão ressalta as dificuldades das indústrias produtoras de laranjas na região de Veracruz, que realizam o processamento através de tratamento térmico e, costumeiramente, descarta seus coprodutos em aterro sanitário, que é a alternativa que gera maior impacto ambiental, com a revisão e estudo de caso sobre o processo executado obteve-se que alternativa mais sustentável é a produção e utilização de gás natural a partir da digestão anaeróbica do bagaço (GALINDO-SEGURA et al., 2023). Pavalaydon et al. (2022) oferece uma alternativa ao descarte de coprodutos ao buscar extrair nanocelulose de bagaço de cana-de-açúcar e fibra de coco utilizando mercerização, branqueamento e hidrólise ácida, demonstrando que embora ambos sejam fontes adequadas para extração de nanocelulose, a fibra de coco apresenta maior resistência à tração.

Já Sreedev et al. (2024), descreve o estudo do potencial de uma cepa microbiana (*Serratia rubidaea* SNAU02) produzir biossurfactantes utilizando bagaço de caju como substrato, obteve-se um produto estável que pode ser aplicado na recuperação aprimorada de óleo, formulação de detergentes e biorremediação. Há ainda, o estudo de alternativas eficientes para desidratação de bagaço de mandioca visando a otimização do fluxo logístico após a produção, obtendo a melhoria do manuseio, transporte, armazenamento e preservação, assim são utilizadas tecnologias como ultrassom (ultrassom de sonda e banho ultrassônico) e campo elétrico pulsado pré secagem convectiva, obtêm-se que apesar de ambas tecnologias apresentarem resultados significativamente positivos melhorando a eficiência de secagem, o ultrassom de sonda é a melhor alternativa reduzindo o tempo de secagem em 72% (SERPA-FAJARDO et al., 2024).

Outro segmento de artigo temático selecionado foi o de sustentabilidade (Tabela 4), que compila os artigos que, independentemente de coproduto específico atrelado, têm um viés de economia circular e sustentabilidade em seu estudo. Considerando este nicho, alguns artigos relacionados ao processo de produção de etanol foram analisados, porém Castiñeiras Filho e Pradelle (2020) realizaram uma simulação de uma usina de etanol de cana-de-açúcar com um rendimento regular de 85,3 L de etanol por tonelada de cana e investigaram desde o início do cultivo da cana-de-açúcar até a produção de etanol hidratado e/ou anidro com fim de avaliar a eficiência energética e a sustentabilidade da produção. O estudo considerou que o bagaço pode ser queimado para cogeração ou usado como matéria-prima para o sistema de hidrólise enzimática, além de ter considerado fontes de energia alternativas, como gás natural (GN) e eletricidade do Sistema Interligado Nacional (SIN) para suprir demandas internas de energia.

Os pesquisadores projetaram uma modelagem com base nos parâmetros de razão de energia líquida (NER), a razão de energia fóssil (FER) e a emissão total de CO<sub>2</sub>, e após realizar a análise dos dados através de métodos estatísticos (ANOVA, teste *t* de Student e R<sup>2</sup>), obteve-se que a fração de bagaço usada para hidrólise teve um impacto significativo nos parâmetros avaliados, enquanto a fração de etanol desidratado teve um efeito leve.

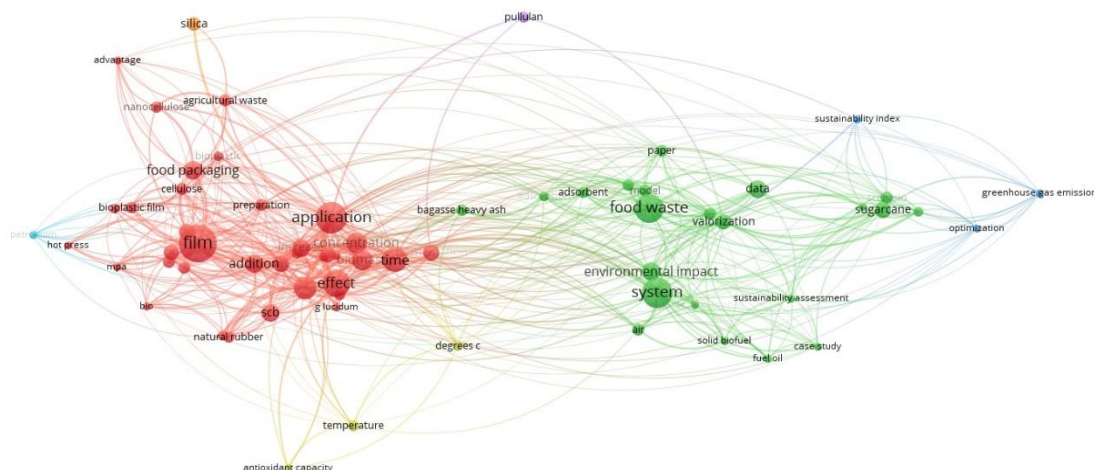
A indústria da moda está cada vez mais engajada na Economia Circular para combater o impacto ambiental. Atualmente, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) do setor representam 4% do total global. Por essa razão, os fabricantes de vestuário estão mudando seu modelo de produção, deixando de lado a economia linear em favor de um sistema circular (SEMBA et al., 2024). Pensando nisto, a startup japonesa Curelabo Co., Ltd. (Okinawa, Japão) desenvolveu jeans (bagasse washi jeans) feitos de bagaço residual da cana-de-açúcar, paralelo a isto, o uso de tingimento aprimorado das peças reduz o consumo de combustível da caldeira e elimina a necessidade de detergentes e ácidos, e o descarte das peças é feito de maneira sustentável, em que os jeans usados e seus resíduos de produção são processados em biochar, ou também chamado de biocarvão, produzido a partir da pirólise de biomassa, assim, o aquecimento de matéria orgânica (como resíduos de jeans, madeira, ou de culturas) a altas temperaturas transforma a biomassa em uma forma estável e duradoura de carbono. O estudo de Semba et al. (2024) teve como finalidade calcular as emissões de GEE usando a avaliação do ciclo de vida (ACV) para o modelo de economia circular desenvolvido pela Curelabo Co., Ltd, obteve-se que analisando os parâmetros do uso de fio washi de bagaço em relação ao convencional de

algodão, até o tingimento e descarte das peças, todos os parâmetros apresentaram redução da emissão de GEE. Além disso, as emissões ainda podem ser mais reduzidas reinserindo resíduos no processo de fabricação de papel e utilizando gás natural liquefeito como combustível de caldeira no processo de tingimento.

Segundo Borges et al. (2024), é um desafio garantir a sustentabilidade energética da biomassa na indústria açucareira, por isso seu estudo propõe indicadores de sustentabilidade do uso de biomassa como combustível na indústria açucareira, para isto, foram utilizadas ferramentas de avaliação de energia, exergia (é a parte dessa energia que pode ser convertida em trabalho útil e está relacionada à qualidade e à capacidade de um sistema gerar trabalho) e emergia (é a energia acumulada ou consumida para produzir um produto ou serviço), obteve-se que o método emergético apresentou resultados superiores para a tecnologia VU-40 em relação à tecnologia Retal devido ao maior aproveitamento de combustível, gerando aumento significativo no índice de renovabilidade e sustentabilidade.

### 3.2 Análise Bibliométrica

A nuvem de palavras elaborada pelo *software VOSviewer* descreve em forma de resultados as interconexões entre agrupamentos temáticos que permitem identificar as principais áreas de pesquisa ligadas às palavras-chaves apresentadas. O agrupamento em vermelho, à esquerda da Figura 4, apresenta termos como "film", "food packaging", "application", "addition", "effect" e "time", ligando os termos a uma linha de pesquisa que se direciona ao desenvolvimento e aplicação de filmes, que podem ser utilizados para embalagens de alimentos. A presença de "agricultural waste" e "cellulose" geram ligação com a utilização de coprodutos agrícolas como matéria-prima para esses filmes, relacionando princípios de sustentabilidade e economia circular na indústria e no desenvolvimento de novos produtos. Termos como "hot press" e "preparation" apontam para métodos de fabricação, enquanto "natural rubber" e "silica" indicam a incorporação de materiais que podem auxiliar na estrutura e propriedades dos filmes. A presença de "antioxidant capacity" e "temperature" sugere a investigação das propriedades funcionais e da estabilidade desses materiais.



**Figura 4:** Resultados *VOSviewer* por tema de estudo. **Fonte:** VOSviewer 2025.

O agrupamento em verde, a direita da Figura 4, apresenta os termos "food waste", "environmental impact", "system", "date", "sugarcane" e "solid biofuel", representando temas de pesquisa que conectam a gestão de coprodutos alimentares e seus impactos ambientais. A conexão com "sugarcane" e "bagasse" indica a valorização de coprodutos da agroindústria sucroenergética. A menção a "environmental impact system" e "sustainability assessment" remetem a avaliação do ciclo de vida e a sustentabilidade dos processos industriais, tópico trabalhado pelo sistema de gestão da economia circular. Termos como "fuel" e "solid biofuel" podem indicar o potencial de geração de energia a partir de coprodutos.

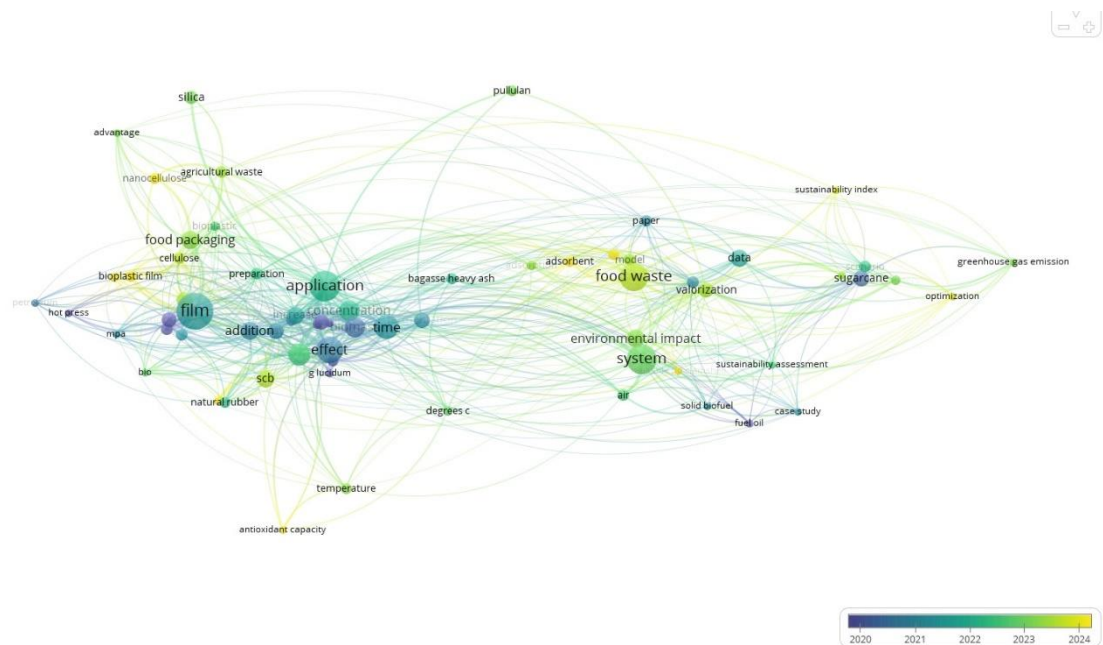
O agrupamento em azul escuro, que contempla os termos "optimization", "greenhouse gas emission" e até "sustainability index" pode indicar a busca por processos mais eficientes e com menor pegada ambiental. Considera-se ainda, termos mais acima na coloração mais aproximada do roxo, como "pullulan" e, em verde como "adsorbent", que podem sugerir a utilização de materiais para processos de adsorção. Enquanto "paper", em verde, pode indicar o uso de materiais celulósicos ou a aplicação em sistemas baseados em papel.

Ao analisar o cenário com a ótica da relevância temporal dos temas apresentados, têm-se que a Figura 3 apresenta os termos que tiveram maior quantidade de citações em pesquisas por volta de 2020 com a coloração azul marinho arroxeada, os termos mais citados em pesquisas por volta de 2023 são demonstrados em cor mais próximo a verde claro, enquanto os termos em amarelo são aqueles mais citados entre 2024 a 2025. Logo,

a Figura 5 traduz em esquema de cores o quão atual está a temática abordada e a relevância dos termos sinalizados para pesquisas futuras.

Diante disto, os termos “hot press”, “glucidum” e “fuel oil” que possuem relação com papéis de uso estruturais e viés de uso energético, apresentaram cor arroxeada, ou seja, não possuem relevância ou perspectiva de pesquisas futuras relacionando essa temática. Em azul petróleo, os termos “film” e “application”, demonstram citações por volta de 2022 e 2023, indicando uma linha de pesquisa que se direciona ao desenvolvimento e aplicação de filmes.

Em verde claro temos os termos “food packaging”, “food waste”, “system”, “cellulose”, “valorization” e “model” que sinaliza uma temática atual de trabalho, com termos com citações recentes e frequentes (2023 a 2024) que direcionam ao conceito do sistema de economia circular e desenvolvimento de novas embalagens a partir de coprodutos. Por fim, em amarelo temos os termos “bioplastic film”, “nanocellulose”, “adsorbent” e “antioxidante capacity”, representando os termos mais citados no último ano até o momento e os com maior probabilidade de ascensão da temática, estes traduzem o crescimento de trabalhos com diferentes tipos de materiais e com exploração de suas propriedades funcionais.

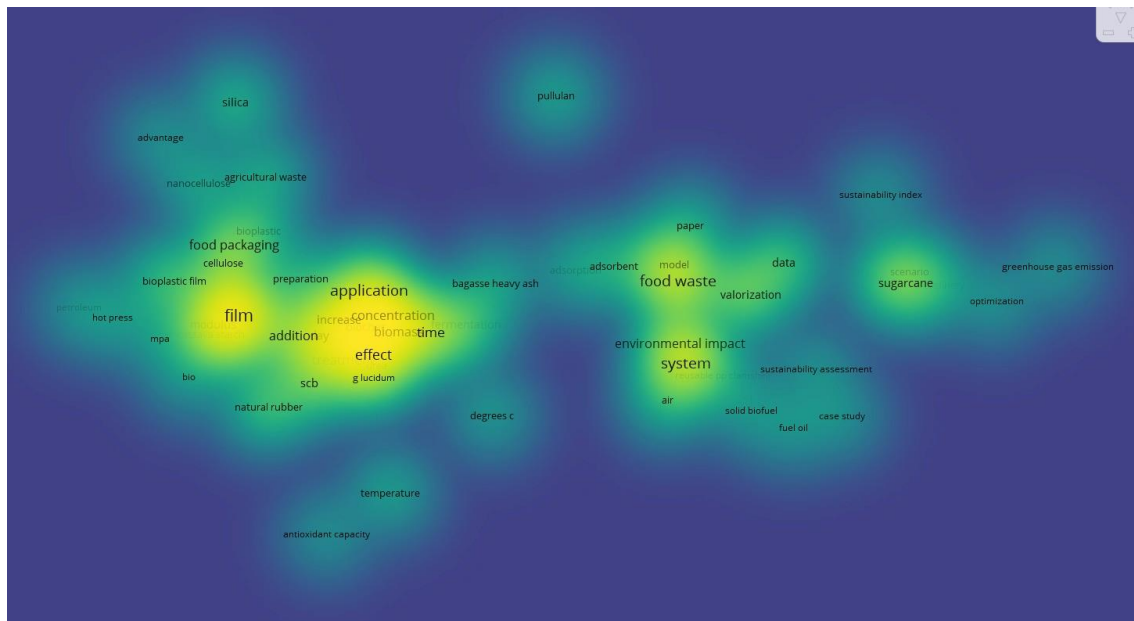


**Figura 5:** Resultados *VOSviewer* por espaço temporal. **Fonte:** VOSviewer 2025.



O mapa de densidade (Figura 6), gerado pelo *software VOSviewer* a partir de um escopo de 212 artigos, visualiza as palavras-chave mais relevantes e interconectadas com os termos da busca inicial e delimita zonas em amarelo e esverdeado, semelhante a um mapa de calor, conforme a distribuição da densidade sinalizando maior quantidade de citações e direcionamento dos temas em ascensão para pesquisas nos próximos anos.

Os termos "film", "food packaging", "application", "environmental impact", "food waste", "sugarcane", e "system" se destacam como os conceitos centrais baseados em sua sinalização de cor mais próxima ao amarelo, em seguida os termos "bagasse" e "heavy ash", que se destacam na cor esverdeada no mapa, ressaltando a importância da valorização de resíduos e da abordagem da economia circular. Assim, a discussão se concentra principalmente nas inovações em filmes e embalagens para alimentos, considerando os pilares da sustentabilidade no uso e gestão de coprodutos alimentares, reduzindo o impacto ambiental e fomentando o reuso nos processos de desenvolvimento de novos produtos.



**Figura 6:** Resultados *VOSviewer* em mapa de calor de cada tema. **Fonte:** VOSviewer 2025.

## 4. CONCLUSÃO

Em síntese, esse estudo investigou a projeção de crescimento de pesquisas e frentes de inovação acerca do mercado de reuso de coprodutos industriais com foco em

inovação de alimentos visando economia circular, por meio da análise bibliométrica realizada através do *software VOSviewer*.

Por volta de 2023 a 2024, houve uma crescente em pesquisas relacionadas a gestão de coprodutos alimentares e seus impactos ambientais a partir de termos como “sugarcane”, “food waste” e “environmental impact”, que reforçam o interesse em investimentos na área, comprovando a viabilidade do uso de coprodutos na cadeia produtiva. Os resultados indicam relevância dos termos “film”, “effectation”, “applicattion” e “food waste”, que corroboram para inovação no desenvolvimento de filmes comestíveis para embalagens de alimentos, defendendo a economia circular como ferramenta de fomento.

Nota-se que através de processos de bioconversão e inovação, os coprodutos podem ser usados de forma a contribuir para a redução da pegada de carbono e elaboração de novos produtos. Diante disso, sugere-se aderência às metas de economia circular no setor industrial e agroindústria, com foco em pesquisa e desenvolvimento de produtos de alto valor nutricional e baixo custo, com fim de impactar significativamente a fome no Brasil e resultando em maior sinergia e fomento entre indústria e universidades. Essa abordagem não só contribuiria para a redução da insegurança alimentar como otimizaria a cadeia de produção, diminuindo seus custos e reduzindo impacto ambiental.

## 5. REFERÊNCIAS

- AJALA, E. O. et al. Bagaço de cana: uma biomassa suficientemente aplicada para melhorar a sustentabilidade energética, ambiental e econômica global. *Biorrecursos e Bioprocessamento*, v. 8, art. 87, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40643-021-00445-3>. Acesso em: 7 set. 2025.
- ALMEIDA, F. V. Uso de resíduos agroindustriais na produção de superalimentos. 2021. 66 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2021.
- ANDRADE, J. P. S. C. et al. Resíduos Agroindustriais de Bagaço de Malte: Perspectivas para o Desenvolvimento de Material Cerâmico Ecologicamente Correto. *Sustainability*, v. 15, n. 11, 9120, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su15119120>. Acesso em: 7 set. 2025.
- BOURSCHEIDT, C.t et al. ESTUDO DA SECAGEM DO BAGAÇO DE MALTE RESÍDUO ÚMIDO OBTIDO DO PROCESSO INDUSTRIAL DE CERVEJARIA. In: SIGER, 2., 2011, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: Anais, 2011. P. 1 – 4;
- BRASIL. Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024. Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular. Brasília, DF: Presidência da República, 2024. Disponível em:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2024/decreto/D12082.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/D12082.htm).

Acesso em: 28 jun. 2025.

BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2006. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm). Acesso em: 28 jun. 2025.

CASTIÑEIRAS FILHO, S. L. P.; PRADELLE, F. Modelagem de uma usina de etanol brasileira: impacto do uso do bagaço e da desidratação do etanol na eficiência energética e na sustentabilidade. *Revista da Sociedade Brasileira de Ciências e Engenharia Mecânica*, v. 42, n. 568, 2020. DOI: 10.1007/s40430-020-02653-3.

Costa, A. B., Zoltowski, A. P. C. (2014). Como escrever um artigo de revisão sistemática. *Manual de produção científica*, 1, (pp. 55-70).

CRUZ, F. T.; SCHNEIDER, S. Qualidade dos alimentos, escalas de produção e valorização de produtos tradicionais. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 5, n. 2, 2010. Disponível em: <http://www.abagroecologia.org.br/ojs2/index.php/rbagroecologia/index>. Acesso em: 22 jun. 2025.

DA SILVA, M. Z. T. Capitalismo, Alimentação e Mudança Social: Um Estudo Sobre o Consumo de Alimentos Ultraprocessados em Famílias Camponesas no Agreste de Pernambuco (Brasil). 2021. Tese (Doutorado em Sociologia) – Universidade do Minho, 2021. Disponível em: [www.proquest.com/openview/d7f31b3cb066111a091164dc861a28ea/1?Pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y](http://www.proquest.com/openview/d7f31b3cb066111a091164dc861a28ea/1?Pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y). Acesso em: 28 jun. 2025.

FAO - Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y no Caribe (2016). Organización de las Naciones Unidas for la Alimentación y la Agricultura, 23. Acesso: 20 de agosto de 2025.

FAO. 30% de toda comida produzida no mundo vai parar no lixo. Brasil, 2020. Foto: EBC, 14 nov. 2017. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/78207-fao-30-de-toda-comida-produzida-no-mundo-vai-parar-no-lixo>. Acesso em: 28 jun. 2025.

FAO. Fome e obesidade aumentam na América Latina e Caribe. FAO, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/1661930/>. Acesso em: 28 jun. 2025.

IORELLI, J.; SARTORI, D. de L.; CRAVO, J. C. M.; SAVASTANO JUNIOR, H.; ROSSIGNOLO, J. A.; NASCIMENTO, M. F. do; LAHR, F. A. R. Sugarcane bagasse and castor oil polyurethane adhesive-based particulate composite. *Materials Research*, v. 16, n. 2, p. 439–446, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-14392013005000004>.

GALINDO-SEGURA, L. A.; PÉREZ-VÁZQUEZ, A.; RAMÍREZ-MARTÍNEZ, A.; LÓPEZ-ROMERO, G.; GÓMEZ-MERINO, F. C. El Manejo del Bagaço de Naranja en

la Zona Centro del Estado de Veracruz. *Terra Latinoamericana*, v. 41, 1673, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1673>. Acesso em: 8 set. 2025.

GOUVEIA, E. R. et al. Validação de metodologia para caracterização química do bagaço de cana-de-açúcar. *Química Nova*, v. 32, pág. 1500-1503, 2009.

J. RODRÍGUEZ-RESÉNDIZ, J. R. GARCÍA-MARTÍNEZ, R. V. CARRILLO-SERRANO, R. J. BORGES, L. Á. I. CARRERA, E. J. L. BASTIDA. Indicadores de Sustentabilidade Energética para o Uso de Biomassa como Combustível para a Indústria Açucareira. *Tecnologias*, v. 12, n. 3, p. 36, 2024. DOI: 10.3390/technologies12030036.

JORDÁ-REOLID, M. et al. Estudo das Propriedades Mecânicas e Térmicas de Compósitos Ecologicamente Corretos de Bagaço de Cerveja. *Polymers*, v. 16, n. 20, 2916, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/polym16202916>. Acesso em: 7 set. 2025.

LUCKSTEAD, J., DEVADOSS, S. “Trends and Issues Facing the U.S. Citrus Industry.” *Choices*, vol. 36, no. 2, 2021, pp. 1–10. JSTOR, <https://www.jstor.org/stable/27098590>. Accessed 23 Aug. 2025. US Department of Agriculture, Citrus: World Markets and Trade, Report July 2019.

MARCON, N. F. A. et al. Sustentabilidade do pré-tratamento da biomassa lignocelulósica da cana-de-açúcar para a produção de bioetanol. *Bioresource Technology*, v. 299, 122635, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122635>. Acesso em: 7 set. 2025.

N’ZE, A. A. P.; TENKOUL, A. Global Research on Good Governance and Sustainability: a bibliometric analysis. *International Journal of Sustainability in Economic, Social, and Cultural Context*, [s.l.], v. 20, n. 2, p. 47-76, 20 ago. 2025.

PAVALAYDON, K.; RAMASAWY, H.; SURROOP, D. Comparative evaluation of sugarcane bagasse and coconut fiber agricultural waste cellulose nanocrystals for the reinforcement of PVA-based composites. *Environment, Development and Sustainability*, v. 24, p. 9963-9984, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01859-z>. Acesso em: 8 set. 2025.

PEREIRA, P. S. C.; LÍBANO, E. V. D. G.; BASTOS, D. C.; COELHO, K. V. S.; SANTANA, J. C. L. COMPÓSITOS PEAD/BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR: INFLUÊNCIA DO PROCESSAMENTO E FONTE DE PEAD. *Revista Univap*, [S. l.], v. 26, n. 51, p. 130–144, 2020. DOI: 10.18066/revistaunivap.v26i51.2425. Disponível em: <https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/2425>. Acesso em: 31 ago. 2025.

PINTO, L. L. L. et al. Produção biotecnológica de álcool fenilético por fungos filamentosos em meio de cultura desenvolvido com utilização de resíduos de maçã (*Malus domestica*). Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) -Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

Produção de filmes biodegradáveis a partir de resíduos de frutas e vegetais: uma revisão atualizada. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 11, n. 5, p. e54311528544, 2022.

DOI: 10.33448/rsd-v11i5.28544 . Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/28544> . Acesso em: 23 ago. 2025.

RANDOLPHO, G. A.; DO AMARAL, L. A.; ARELHANO, L. E.; DOS SANTOS, E. F. Resíduos de frutas transformados em novos produtos alimentícios: uma revisão sistemática. *Multitemas*, v. 25, n. 61, p. 297–311, 2021. DOI: 10.20435/multi.v25i61.2363.

RAVAL, S. Y. et al. Biossíntese sustentável de  $\beta$ -caroteno utilizando bagaço de cana-de-açúcar: descrição e implicações biotecnológicas. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13399-024-06180-2>. Acesso em: 7 set. 2025.

REEDEV, S. V. et al. Produção de biossurfactante mediada por *Serratia rubidaea* SNAU02 a partir do bagaço de caju: uma estratégia biotecnológica promissora para a sustentabilidade ambiental. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 58, 103158, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2024.103158>. Acesso em: 8 set. 2025.

SEMBA, T.; FURUKAWA, R.; ITSUBO, N. Pegada de Carbono do Modelo de Economia Circular da Jeans Utilizando Bagaço. *Sustentabilidade*, v. 16, n. 14, p. 6044, 2024. DOI: 10.3390/su16146044.

SERPA-FAJARDO, J. G.; HERNÁNDEZ-RAMOS, E. J.; ANDRADE-PIZARRO, R. D.; AGUILAR-LASSERRE, A. A.; FERNÁNDEZ-LAMBERT, G. Inovação na Valorização do Bagaço de Mandioca: Eficiência da Secagem Convectiva Aprimorada com Ultrassom e Campos Elétricos Pulsados. *Foods*, v. 13, n. 17, 2796, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods13172796>. Acesso em: 8 set. 2025.

SHAHI, N. et al. Extração de nanofibras de celulose ecológicas do bagaço de cana-de-açúcar e fabricação de filmes. *Sustainability*, v. 12, n. 15, 6015, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12156015>. Acesso em: 7 set. 2025.

SOUZA, Y. G. Obtenção e caracterização de compósitos de polipropileno reforçados com bagaço de cana-de-açúcar. 2021. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

VALICENTI, T. et al. Impacto da silagem de bagaço de malte na diversidade fúngica, espécies de *Fusarium* e contaminação por micotoxinas sob uma abordagem de economia circular para mitigação das mudanças climáticas. *Journal of Fungi*, v. 11, n. 7, 505, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jof11070505>. Acesso em: 7 set. 2025.

Vosviewer (2024). Versão 1.6.20. Disponível em: <http://www.vosviewer.com/>. Acesso em 03/01/2025.

YANOUE, R. N. et al. Performance of laterite-based geopolymers reinforced with sugarcane bagasse fibers. *Case Studies in Construction Materials*, v. 15, e00762, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00762>. Acesso em: 7 set. 2025.

## **CAPÍTULO 4**

### **CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE BAGAÇO DE MALTE DE CEVADA E APLICAÇÃO EM FORMULAÇÕES DE BARRAS DE CEREAIS**

## RESUMO

A Economia Circular busca soluções para minimizar o uso excessivo de recursos naturais e o descarte inadequado de resíduos, propondo a recuperação de coprodutos e inovação em processos. No contexto da produção de cerveja, o bagaço de malte, tradicionalmente utilizado como ração animal, possui potencial para aplicações mais rentáveis. Esse resíduo apresenta menores teores de lipídeos e carboidratos, além de quantidade significativa de proteínas e fibras quando comparado a outras farinhas, o que o torna uma alternativa promissora para o desenvolvimento de alimentos funcionais. A proposta deste estudo foi caracterizar a farinha de bagaço de malte (FBM), estudando o impacto da temperatura de secagem e da granulometria nas propriedades nutricionais e tecnológicas da farinha, bem como o efeito da incorporação da farinha no desenvolvimento de barras de cereais. A análise centesimal da farinha revelou que a interação granulometria\*temperatura afetou os teores de carboidratos, lipídeos, proteínas e cinzas, assim como os parâmetros de cor. A granulometria não influenciou os índices de absorção de óleo (IAO) e água (IAA), e a farinha apresentou baixa capacidade de solubilidade, formação de espuma e emulsão. No desenvolvimento das barras de cereais, a substituição da aveia em flocos pela farinha de bagaço de malte modificou o teor de umidade, sendo as formulações mistas (F2: 20% aveia em flocos e 10% FBM e F3: 20% FBM e 10% aveia em flocos) mais eficazes no controle de umidade. A cor das barras foi influenciada pela formulação, resultando em tons mais escuros com o aumento da proporção de farinha de bagaço. A textura das barras apresentou diferenças nos parâmetros, sendo a gomosidade e a coesão maiores nas formulações mistas e menores na F4 (100% de FBM), devido à desintegração. Do ponto de vista nutricional, todas as formulações foram classificadas como alto conteúdo de proteínas e alto conteúdo de fibras, baixo teor de açúcares e muito baixo teor de sódio. A formulação F4 apresentou o maior teor de proteínas e fibras, indicando que o bagaço de malte é um ingrediente com potencial para o enriquecimento de produtos alimentícios.

**Palavras-chave:** Coprodutos, economia circular, farinha de bagaço de malte, sustentabilidade.

### ABSTRACT

The Circular Economy seeks solutions to minimize the excessive use of natural resources and the improper disposal of waste, proposing the recovery of co-products and innovation in processes. In the context of beer production, malt bagasse, traditionally used as animal feed, has potential for more profitable applications. This residue has lower lipid and carbohydrate content, as well as a significant amount of protein and fiber when compared to other flours, making it a promising alternative for the development of functional foods. The aim of this study is to characterize malt bagasse flour, studying the impact of drying temperature and particle size on the nutritional and technological properties of the flour, as well as the effect of incorporating the flour in the development of four cereal bar formulations. The flour proved to be a source of protein and fiber. The centesimal analysis of the flour revealed that the particle size\*temperature interaction affected the levels of carbohydrates, lipids, proteins and ash, as well as the CIELab color parameters. Particle size did not influence the oil absorption index (OAI) and water absorption index (WAI), and the flour showed low solubility, foaming, and emulsifying capacity. In the development of cereal bars (F1: 30% rolled oats and F4: 30% malt bagasse flour), the substitution of rolled oats with malt bagasse flour modified the moisture content, with the mixed formulations (F2: 20% rolled oats and 10% malt bagasse flour and F3: 20% malt bagasse flour and 10% rolled oats) being more effective in moisture control. The color of the bars was influenced by the formulation, resulting in darker formulations with an increase in the proportion of bagasse flour. The texture of the bars showed differences in parameters, with gumminess and cohesion being higher in the mixed formulations and lower in F4, due to disintegration. From a nutritional point of view, all formulations were classified as high in protein and high in fiber, low in sugars, and very low in sodium. Formulation F4 showed the highest protein and fiber content, indicating that malt bagasse is an ingredient with potential for enriching food products..

**Keywords:** Co-products, circular economy, malt bagasse flour, sustainability.



## 1 INTRODUÇÃO

Em decorrência de anos de uso ilimitado dos recursos naturais e consequente descarte desenfreado de resíduos, sendo estes, domésticos e industriais, nota-se a urgência em recuperar ou minimizar os danos ao meio ambiente e buscar por maior sustentabilidade em processos a longo prazo. Atualmente, o Brasil possui 211 milhões de habitantes (IBGE, 2024), sendo um dos países que mais gera resíduos sólidos, cuja destinação final deveria receber tratamento com soluções economicamente viáveis, de acordo com a legislação e as tecnologias disponíveis (IPEA, 2020). Em especial, os resíduos industriais podem contribuir em grande escala para poluição do solo, ar e água, além de gerar riscos à saúde pública como contaminação de água potável, doenças e problemas sociais.

Por muitos anos, o modelo de negócio linear de produção, com o objetivo de consumir e descartar sem padrões para qualidade do processo e meio ambiente, foi encarado como opção mais viável e por vezes mais lucrativa. De acordo com Valoroso et al. (2015), este modelo está ameaçado devido à disponibilidade limitada de recursos naturais e limites do Planeta em termos de capacidade de assimilação da poluição gerada. Segundo BARBOSA, et al. (2024), a Economia Circular, que se traduz como um conceito que visa transformar a forma como a sociedade produz e consome, tentando promover a sustentabilidade socioeconômica e ambiental, vem ganhando espaço nas organizações, pois fomenta oportunidades, criando valor ao gerar fonte de inovação em produtos, processos e modelo de negócio, e permitindo a redução da procura de recursos naturais através da recuperação de resíduos, que de acordo com seu tipo e forma de extração podem ser nomeados como coprodutos, visto que são o resultado do processo produtivo, e, assim como o produto principal, apresentam condições de ser empregado em outro processo produtivo (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2020).

De acordo com o Fórum Econômico Mundial, estima-se que o mercado global de economia circular atinja US\$ 4,5 trilhões até 2030 (FOLHA DE S.PAULO, 2022). Ademais, apesar da motivação acerca da preservação dos recursos, por parte de indústrias e do governo, há vantagens comerciais e políticas envolvidas em muitas ações que engajam os conceitos de sustentabilidade e do modelo de economia circular, além do marketing positivo de ser uma associação vinculada a preservação do meio ambiente. O novo modelo de negócio engloba práticas ligadas ao conceito de ESG – Environmental, Social and Governance – que se trata de uma visão estratégica e multi-stakeholder para criação de valor de longo prazo através de três pilares, sendo eles ambiental, social e

governança (AMBEV, 2024). Este modelo abre perspectivas a serem encaradas pelas empresas como alavanca e motivação para um crescimento com bases sólidas e futuro, além das vantagens competitivas num mercado dinâmico e global (VALOROSO et al., 2015).

Quanto às indústrias do ramo de alimentos, dados da FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura) indicam que cerca de 17% da produção global de alimentos se perde na fase de processamento e industrialização (FAO, 2021). Em indústrias do ramo cervejeiro, as estimativas de perda são contabilizadas desde as latas, embalagens, insumos até a perda de extrato, que é caracterizada pelas matérias-primas, mosto cervejeiro ou cerveja perdida no processo. O malte de cevada é uma das matérias-primas usadas na produção da cerveja, e seu bagaço é o principal resíduo da indústria cervejeira.

Geralmente, o bagaço de malte é vendido para uso como ração animal, porém pesquisas (tabela 2) mostram que a composição química do bagaço de malte possibilita diversas aplicações deste coproduto como matéria-prima para obtenção de produtos de maior valor agregado, frente comumente impulsionada e desenhada através das políticas públicas governamentais baseadas no sistema ESG, que são propostas às indústrias, além disso, a mentalidade empresarial voltada às metas de redução de custos e aceleração dos resultados fomentam a implementação de projetos voltados a construção de novas vias de comércio e destinação do bagaço obtido na produção. Algumas aplicações do bagaço de malte estão relacionadas aos altos teores de fibras lignocelulósicas e de proteínas, sendo as principais: produção de etanol de segunda geração, de carvão hidrotérmico, de ácido láctico, de hidroximetilfurfural (HMF) e de produtos para nutrição humana (SOUZA et al, 2020).

Como coproduto da produção cervejeira, nasce a necessidade de viabilizar o reaproveitamento deste material considerando, principalmente, seu conteúdo nutricional. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023), 9,4% dos domicílios brasileiros se encontravam em situação de insegurança alimentar moderada ou grave em 2023. Isso representa 32,8 milhões de pessoas acesso limitado à alimentação. Logo, acredita-se que através da caracterização da farinha de bagaço de malte e desenvolvimento de uma barra de cereal a partir da farinha, há possibilidade de através da aplicação do bagaço de malte de cevada promover a viabilidade econômica do coproduto e apresentá-lo como uma alternativa para o enriquecimento de alimentos, além corroborar com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Portanto, esse trabalho realizou a caracterização da farinha de bagaço de malte e desenvolver quatro formulações de barras de cereais, identificando se existem propriedades nutricionais, tecnológicas e funcionais tanto na farinha quando nas barras. Espera-se fomentar o conceito de economia circular, reforçando o impacto da inovação sustentável para a sociedade.

## **2. MATERIAL E METODOLOGIA**

### **2.1 Material**

A principal matéria-prima utilizada foi o bagaço de malte de cevada fresco, proveniente do processo de fabricação de cervejas de uma empresa multinacional da região Sudeste do Brasil. O bagaço foi acondicionado ainda úmido, após ser expedido, em saco plástico, e transportado ao laboratório. Neste, o bagaço foi fracionado em porções menores, acondicionado em sacos de polietileno e, assim, submetido ao congelamento.

As matérias-primas secundárias foram: aveia em flocos, mel, manteiga de amendoim, Castanha-do-Pará, semente de chia e flocos de arroz adquiridos em mercado local do Rio de Janeiro.

### **2.2 Secagem e obtenção da farinha**

A secagem do bagaço de malte permite a conservação do material, a redução de custos de transporte e a abertura de novas possibilidades de aplicação. Para o processo de secagem, o bagaço de malte foi descongelado em refrigerador por 24 h. Em seguida, o bagaço foi espalhado em placas de petri de forma a ter  $0,2 \text{ g/cm}^2$  (definidos em testes preliminares). As placas foram distribuídas uniformemente nas bandejas do secador com circulação forçada. Para cada temperatura utilizada (40, 60 e  $80^\circ\text{C}$ ), cinéticas de secagem foram realizadas até a verificação da massa constante.

Após a secagem, o material seco foi triturado e peneirado em moinho de facas em peneiras com diferentes malhas (700 a  $212\mu\text{m}$ ), a fim de classificar e uniformizar o tamanho das partículas. Em seguida, as frações foram armazenadas em potes de vidro hermeticamente fechados até as análises.

### **2.3 Caracterização da farinha de bagaço de malte**

#### **2.3.1 Composição centesimal**

A análise da composição centesimal do bagaço e da farinha de bagaço de malte foi realizada conforme as metodologias preconizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL,

2008). Estas análises também foram realizadas na matéria-prima in natura (resíduo). O conteúdo de água presente nas amostras foi determinado pelo método de dessecação em estufa não-ventilada a 105 °C. O teor de proteínas foi determinado através da determinação do conteúdo de nitrogênio total pelo método de Kjeldhal. O conteúdo de resíduo mineral fixo foi realizado por incineração em forno mufla a 550 °C. O teor de lipídios foi realizado por extração em Soxhlet, utilizando hexano como solvente. A quantidade de carboidratos foi determinada por diferença, subtraindo-se de 100 os teores em porcentagem de umidade, proteínas, cinzas e lipídeos, segundo a metodologia proposta pela RDC nº 360 de 2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. O valor dos carboidratos inclui o conteúdo de fibras totais segundo a metodologia usada por RIGO et al (2017).

### 2.3.2 Análise colorimétrica

A cor das amostras será determinada por reflectância total em colorímetro, com escala CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). As análises foram realizadas em quadruplicata a 25 °C, utilizando o iluminante D-65 e um ângulo de observação de 10°. As medidas de coloração foram expressas em termos da luminosidade  $L^*$  ( $L^* = 0$  preto e  $L^* = 100$  branco).

### 2.3.3 Índice de Absorção de Água (IAA) e óleo (IAO)

O índice de absorção de água e de óleo foi determinado pelos métodos descritos por Guillon & Champ (2000) e Robertson et al. (2000). Amostras de 1 g, pesadas em triplicata, foram suspensas em 25 mL de água destilada ou óleo a 30 °C, em tubos de centrífuga de 50 mL, previamente pesados, submetidos a agitação por 30 min em um agitador de tubos e depois centrifugados, a 2500 rpm por 10 min. O sobrenadante líquido foi transferido para uma placa de petri de peso conhecido, e o tubo contendo o precipitado foi pesado. O índice de absorção de água foi calculado através das Equações 1 e 2, e expresso em gramas de água ou óleo por gramas de matéria seca. A análise foi incluída ao plano para caracterização da farinha de bagaço de malte.

$$(IAA) = (\text{peso do resíduo da centrifugação} / \text{peso do resíduo da evaporação} - \text{peso amostra seca}) \quad (1)$$

$$(IAO) = (\text{óleo absorvido pela amostra (g)} / \text{massa da amostra (g)}) \times 100 \quad (2)$$

100

#### 2.3.4 Índice de Solubilidade em Água (ISA)

O índice de solubilidade em água (ISA), em porcentagem, foi obtido com a mesma metodologia do IAA, supracitada, o sobrenadante obtido foi levado à evaporação em estufa à vácuo a 70°C e foi calculado seguindo o modelo da Equação 3. A análise foi incluída ao plano para caracterização da farinha de bagaço de malte.

$$(ISA) = (\text{Massa da amostra seca (g)} / \text{Massa da amostra (g)}) \times 100 \quad (3)$$

#### 2.3.5 Capacidade de formação e estabilidade da espuma

A capacidade de formação de espuma e a estabilidade foram conduzidas seguindo métodos descritos por Naiker et al. (2020) com pequenas modificações. As amostras de farinha foram pesadas em duplicata (0,25 g) e misturadas com 2,5 ml de água destilada. As misturas foram homogeneizadas por 1 minuto, e o volume das suspensões será registrado antes e depois da homogeneização para os cálculos subsequentes. O cálculo foi realizado considerando o volume antes da homogeneização menos a razão entre o volume inicial e o volume final da homogeneização. Após 1 h de tempo de incubação à temperatura ambiente, o volume final da espuma foi registrado para calcular a estabilidade da espuma pela razão entre o volume final após a incubação e o volume inicial após a homogeneização. A análise foi incluída ao plano para caracterização da farinha de bagaço de malte.

#### 2.3.6 Capacidade de formação e estabilidade da emulsão

A capacidade de formação de espuma e a estabilidade foram conduzidas seguindo métodos descritos por Naiker et al. (2020) com pequenas modificações. Amostras (0,25 g) e água destilada (2,5 mL) foram homogeneizadas por 1 min com volumes de suspensão anotados antes e depois da homogeneização para calcular a capacidade de formação de espuma (FC). O cálculo foi realizado subtraindo o volume após a homogeneização pela razão entre o volume antes da homogeneização e após a homogeneização. Após 1 h de tempo de incubação à temperatura ambiente, o volume final da espuma foi registrado para calcular a estabilidade da espuma (FS) pela razão entre o volume final após a incubação e o volume inicial após a homogeneização. A análise foi incluída ao plano para caracterização da farinha de bagaço de malte.

### 2.3.7 Volume de intumescimento (VI)

O volume de Intumescimento foi realizado de acordo com a metodologia estabelecida por Gould et al. (1989). O volume de intumescimento reflete a capacidade que o material tem de expandir. Em uma proveta graduada contendo 1 g da amostra, foi adicionada água destilada em excesso. A suspensão foi agitada por várias horas, com um agitador magnético, de modo a atingir uma completa hidratação da amostra, seguida de repouso durante uma noite. O volume ocupado pela amostra na proveta, ao final do intumescimento, foi denominado de VI e expresso em mililitros por grama de matéria seca. O cálculo foi feito pela diferença entre o volume inicial da amostra desidratada e o volume final da fibra intumescida.

### 2.3.8 Higroscopicidade

A higroscopicidade foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Cai e Corke (2000), com algumas modificações. Colocou-se cerca de 1 g de cada amostra em um recipiente hermético contendo uma solução saturada de NaCl (umidade relativa de 75,29 %) a 25 °C e, após uma semana, as amostras foram pesadas e a higroscopicidade foi expressa como g de umidade adsorvida por 100 g de massa seca da amostra (g/100g).

## 2.4 Produto

Quatro formulações de barras de cereais foram desenvolvidas a partir de farinha bagaço de malte de cevada, utilizando como base a metodologia baseada por Tombini et al. (2024), conforme mostradas na Tabela 5. O processo de produção das barras de cereal utilizando farinha de bagaço de malte, conforme descrito no artigo de Dalcanton et al. (2024), envolve diversas etapas que garantem tanto a preservação dos valores nutricionais dos ingredientes quanto a coesão e textura do produto.

**Tabela 5:** Formulação das barras de cereais.

| INGREDIENTES               | F1 (%) | F2 (%) | F3 (%) | F4 (%) |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Farinha de bagaço de malte | 0      | 10     | 20     | 30     |
| Aveia em flocos            | 30     | 20     | 10     | 0      |
| Mel                        | 25     | 25     | 25     | 25     |
| Manteiga de amendoim       | 25     | 25     | 25     | 25     |
| Castanha-do-Pará           | 8      | 8      | 8      | 8      |
| Semente de chia            | 6      | 6      | 6      | 6      |
| Flocos de arroz            | 6      | 6      | 6      | 6      |

A solução aglutinante foi preparada aquecendo uma mistura de mel e manteiga de amendoim a 65 °C até que a concentração de sólidos solúveis atinja entre 74 e 75° Brix, medida com um refratômetro. Separadamente, os ingredientes secos (farinha de bagaço de malte, aveia em flocos, castanha-do-Pará picada, sementes de chia e flocos de arroz) foram misturados. Esses ingredientes fornecem textura, sabor e aumentam o valor nutricional das barras, aumentando significativamente o valor de proteínas e fibras presente no produto (DALCANTON et al., 2024).

Por fim, a solução composta pelo mel e a manteiga de amendoim foi incorporada aos ingredientes secos, garantindo completa cobertura da mistura, de forma que as barras mantenham sua forma ao serem moldadas. A massa resultante foi então colocada em moldes de silicone retangulares e pressionada até formar as barras de cereal. O molde com as barras foi submetido a aquecimento no forno por 15 minutos a 180 °C, em seguida as barras foram refrigeradas por aproximadamente 45 minutos para adquirir melhor consistência, de modo que foram facilmente retiradas dos moldes. As barras foram armazenadas em recipientes fechados, evitando a absorção de umidade.

## **2.5 Análises do Produto**

### **2.5.1 Umidade e atividade de água**

O teor de água das amostras foi avaliado por meio do método de secagem em estufa não ventilada a 105 °C, de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A atividade de água dos farelos foi medida por leitura direta de aproximadamente 1 g de amostra no equipamento Aqualab de acordo com a AOAC (1995). A análise foi realizada em triplicata.

### **2.5.2 Análise colorimétrica**

A cor das amostras foi determinada por reflectância total em colorímetro, com escala CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). As análises foram realizadas em quadruplicata a 25 °C, utilizando o iluminante D-65 e um ângulo de observação de 10°. As medidas de coloração foram expressas em termos da luminosidade  $L^*$  ( $L^* = 0$  preto e  $L^* = 100$  branco).

A representação gráfica das análises de cor foi representada pelo GeoGebra (GeoGebra Classic 6, 2025), ferramenta de modelagem e precisão matemática em que foi possível compilar e gerar representações gráficas. Após a execução, a editoração e metrificação da escala de cor foi elaborada através da ferramenta Canva (Canva, 2025), que possibilita elaboração de apresentações e efeitos gráficos.

### 2.5.3 Análise de textura

A análise de textura instrumental foi determinada em texturômetro TA.XT2 (Stable MicroSystems, Reino Unido) nas seguintes condições: velocidade de pré-teste 1,0 mm/s, velocidade de teste 0,5 mm/s, velocidade pós-teste 1,0 mm/s e distância de penetração de 15 mm/s e uma deformação de 50% para os testes de cisalhamento e Análise do Perfil de Textura (TPA). Cada amostra foi analisada separadamente com 5 repetições (SILVA et al., 2011). Para este teste, as amostras serão padronizadas no tamanho de 4x4/cm e 2 cm de altura para melhor disposição no equipamento (DAMASCENO, 2016). A análise de textura foi realizada no Laboratório de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

### 2.5.4 Tabela Nutricional

A elaboração das tabelas nutricionais para as diferentes formulações das barras de cereal foi realizada utilizando o site Gestor Mercado (GESTOR MERCADO, 2025), disponível em: <https://app.gestormercado.com.br/>), um sistema de gestão integrado que oferece ferramentas para cálculo de custos e composição nutricional de receitas. Para cada formulação de barra de cereal, foram inseridas as quantidades exatas de todos os ingredientes utilizados. A plataforma Gestor Mercado baseia seus cálculos na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), 4ª edição revisada e ampliada (NEPA/UNICAMP, 2011), bem como em outras bases de dados de composição de alimentos reconhecidas nacional e internacionalmente, garantindo a confiabilidade dos dados gerados.

A tabela nutricional para as quatro formulações de barras de cereais foi obtida de forma teórica, considerando os valores dispostos pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) quando se trata dos ingredientes Castanha-do-Pará e aveia em flocos crua, porém quanto aos valores nutricionais para os flocos de arroz, semente de chia e pasta de amendoim, estes foram coletados pelas informações disponibilizadas pelo fabricante no rótulo de cada ingrediente. Quanto ao mel, seus valores nutricionais são descritos pelo trabalho de Venturi et al. (2007), e a farinha de bagaço de malte tem seus valores nutricionais descritos pela composição centesimal disposta na Tabela 6, apresentada nos resultados. Entretanto, foi necessário complementar os dados de valor energético com base no trabalho de Cordeiro et al. (2011), e o valor de fibras alimentares, foi obtido através do trabalho de Rigo et al. (2017).



### 2.5.5 Análise Estatística

As análises supracitadas foram realizadas em triplicata. E os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

## 2. RESULTADOS

### 3.1 Composição centesimal do bagaço de malte

A Tabela 6 apresenta a composição centesimal do bagaço de malte de cevada. Comparando os valores obtidos ao de Cordeiro et al. (2011), é possível notar que se obteve valores inferiores quando se trata do conteúdo de lipídeos ( $1,35 \pm 0,12$ ) e cinzas ( $0,77 \pm 0,01$ ), que representa o teor mineral, e de carboidratos (13,24), o conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença, subtraindo-se de 100 os teores em porcentagem de umidade, proteínas, cinzas e lipídeos, segundo a metodologia proposta pela RDC nº 360 de 2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, e por este motivo não apresenta desvio padrão.

O teor de umidade ( $77,34 \pm 0,28$ ) cuja análise foi realizada em base úmida mostrou-se maior em comparação a de Cordeiro et al. (2011) ( $75,45 \pm 0,48$ ), também realizado em base úmida, aspecto que pode exigir maior tempo de secagem no processamento da farinha. Quando se trata do conteúdo de proteínas ( $7,30 \pm 0,20$ ), obteve-se um valor maior que o do mesmo autor ( $5,37 \pm 0,03$ ). Essas diferenças ressaltam que o bagaço de malte proveniente de diferentes cervejarias pode apresentar uma variabilidade em sua composição.

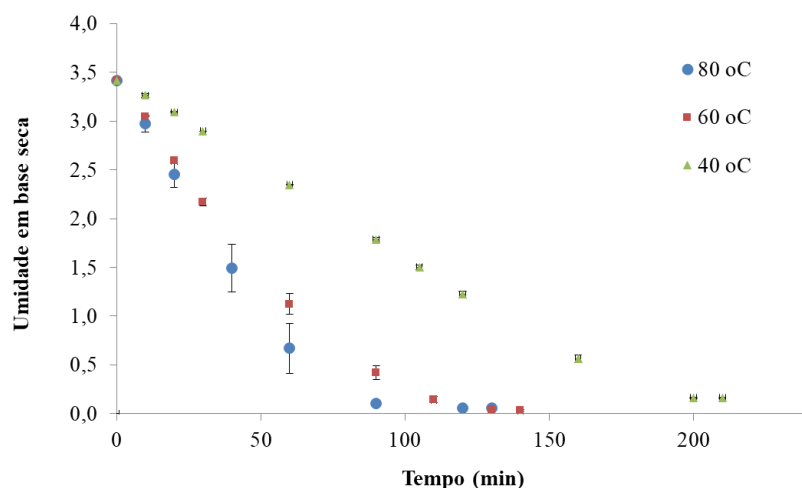
**Tabela 6:** Composição centesimal do bagaço de malte (base úmida).

| Composição centesimal (100g) | AUTOR, 2025      | CORDEIRO et al. (2011) |
|------------------------------|------------------|------------------------|
| Carboidrato                  | 13,24            | $15,46 \pm 0,03$       |
| Umidade                      | $77,34 \pm 0,28$ | $75,45 \pm 0,48$       |
| Lipídeos                     | $1,35 \pm 0,12$  | $2,43 \pm 0,05$        |
| Proteínas                    | $7,30 \pm 0,20$  | $5,37 \pm 0,03$        |
| Cinzas                       | $0,77 \pm 0,01$  | $1,29 \pm 0,02$        |
| Fibras                       | -                | $3,98 \pm 0,04$        |

## 3.2 Farinha de Bagaço de Malte

### 3.2.1 Cinética de secagem e classificação do tamanho da farinha

Foram realizadas as curvas de secagem do decaimento de umidade (em base seca) versus o tempo de secagem para as temperaturas estudadas de 40 °C, 60 °C e 80 °C, do resíduo de malte, apresentadas na Figura 7.



**Figura 7.** Cinéticas de secagem do bagaço de malte nas três temperaturas de 40, 60 e 80 °C.

O processo de secagem de alimentos pode ser dividido essencialmente em dois períodos. O primeiro é chamado de período de taxa constante de secagem e o segundo é chamado de período de taxa decrescente. Durante o primeiro período, a superfície do produto se comporta como uma superfície composta apenas por água, sendo assim a taxa de umidade removida do produto um fator estritamente dependente da natureza do produto em questão. O final do período de taxa constante de secagem é marcado por um decréscimo na taxa de migração de água, visto o conteúdo de água pertencente ao produto é menor. O período de taxa decrescente de secagem é dependente da difusão de umidade interna do produto para a superfície e da remoção da água superficial. A duração de cada um dos períodos de secagem depende principalmente do teor de umidade inicial dos alimentos e da umidade requerida para o armazenamento.

Foi possível verificar que o material estudado apresentou o período de taxa constante nos primeiros minutos medidos do processo (cerca de 30 min), após teve início o período de taxa decrescente. As cinéticas de secagem para as temperaturas de 60 °C e 80 °C tiveram comportamentos similares e se apresentaram muito próximas, com taxa de

decaimento bem acentuada. Entretanto, a cinética à 40 °C teve decaimento mais suave, ficando mais afastada das demais. Observou-se, como esperado, que com a elevação da temperatura, a taxa de remoção de umidade aumentou, sendo necessário um menor tempo para se obter a umidade de equilíbrio (200 min para 40 °C; 140 min para 60 °C e 120 min para 80 °C).

Após a trituração do material seco, este foi peneirado em malha com abertura de 700 µm, reduzida sequencialmente até para 212 µm. A massa inicial do bagaço de malte seco e moído foi de 39 g, sendo que a peneira de 700 µm reteve apenas 3,25 g. Após o peneiramento em malha de 212 µm, a massa final obtida foi de 9,67 g. Para dar continuidade ao estudo, foram selecionados dois tamanhos de partículas: primeiro (300 µm < tamanho < 500 µm), com rendimento aproximado de 50% em relação à massa inicial, e segundo (tamanho < 300 µm), com rendimento de cerca de 25%. Esses dois grupos foram escolhidos por apresentarem maior potencial em relação às propriedades funcionais tecnológicas desejáveis, visto que podem ser classificados como partículas finas, conforme proposto por Zanotto e Bellaver (1996). De acordo com esses autores, as partículas são classificadas em grossas, médias e finas quando apresentam diâmetros superiores a 2 mm, entre 2 mm e 0,60 mm e inferiores a 0,60 mm, respectivamente.

### 3.2.2 Composição centesimal da farinha

A composição centesimal da farinha foi analisada para três diferentes temperaturas (40 °C, 60 °C e 80 °C) e duas granulometrias (300 e 500 µm), através da análise da variância fatorial (ANOVA) utilizando o software Statistica para avaliar os efeitos da temperatura, da granulometria e da interação entre esses fatores sobre as propriedades do alimento. Os resultados, apresentados como média ± desvio padrão, estão resumidos na Tabela 7.

A partir dos resultados obtidos nota-se que a interação granulometria\*temperatura de 500\_80° (m = 64,26) foi efetiva em manter a quantidade de carboidratos mesmo após o processo de secagem, seguida da amostra de 300\_60° (m = 58,75), em contrapartida, a amostra que apresentou menor preservação do conteúdo de carboidratos após processamento foi a de 500\_40° (m = 54,61).

Em relação ao teor de umidade, todos os tratamentos apresentaram redução significativa do teor de umidade, porém através da análise ANOVA é possível notar que o fator granulometria não gera diferença estatisticamente significativa entre as amostras (p = 0,316), enquanto níveis diferentes de temperatura geram diferenças significativas

( $p=0,000005$ ). Para a interação entre granulometria\*temperatura ( $p = 0,000001$ ) o p-valor demonstra alto nível de diferença entre as amostras para todas as combinações de granulometria\*temperatura, com exceção de 300\_60° e 500\_80° ( $p > 0,05$ ). Após aplicação do teste de Tukey ficou perceptível que o efeito da temperatura é diferente de acordo com a granulometria, a amostra de 300 micrômetros apresenta queda da média em 40° e 60° e aumento em 80°, inversamente proporcional a granulometria de 500 micrômetros, assim a média permanece alta em 40° e 60° e cai em 80°. Pode-se enfatizar que todas as amostras apresentaram teor de umidade menor que 10%. Farinhas com conteúdo de umidade maiores que 14% possuem a tendência de formar grumos e a possibilidade de desenvolvimento de microrganismos, prejudicando estabilidade física, química e microbiológica (EL-DASH; GERMANI, 1994).

**Tabela 7:** Composição centesimal e análise de cor da farinha de bagaço de malte.

|                                      | 40 °C                     |                           | 60 °C                     |                           | 80 °C                       |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Composição centesimal farinha (100g) | 500 µm                    | 300 µm                    | 500 µm                    | 300 µm                    | 500 µm                      | 300 µm                    |
| Carboidrato                          | 54,61                     | 56,38                     | 56,48                     | 58,75                     | 64,26                       | 56,22                     |
| Umidade                              | 9,92 ± 0,13 <sup>a</sup>  | 9,63 ± 0,04 <sup>a</sup>  | 8,90 ± 1,07 <sup>a</sup>  | 5,59 ± 0,19 <sup>b</sup>  | 6,29 ± 2,05 <sup>b</sup>    | 9,24 ± 0,01 <sup>a</sup>  |
| Lipídeos                             | 4,48 ± 0,23 <sup>a</sup>  | 6,07 ± 0,03 <sup>d</sup>  | 3,56 ± 0,09 <sup>c</sup>  | 4,68 ± 0,16 <sup>a</sup>  | 2,91 ± 0,09 <sup>b</sup>    | 4,67 ± 0,09 <sup>a</sup>  |
| Proteínas                            | 26,42 ± 0,47 <sup>a</sup> | 23,66 ± 0,25 <sup>b</sup> | 26,77 ± 0,35 <sup>a</sup> | 26,83 ± 0,63 <sup>a</sup> | 22,31 ± 0,45 <sup>c</sup>   | 25,63 ± 0,48 <sup>a</sup> |
| Cinzas                               | 4,20 ± 0,01 <sup>a</sup>  | 4,24 ± 0,02 <sup>a</sup>  | 4,28 ± 0,01 <sup>a</sup>  | 4,13 ± 0,00 <sup>a</sup>  | 4,22 ± 0,10 <sup>a</sup>    | 4,23 ± 1,50 <sup>a</sup>  |
| L*                                   | 41,55 ± 0,24 <sup>a</sup> | 40,35 ± 0,07 <sup>b</sup> | 42,50 ± 0,29 <sup>c</sup> | 41,20 ± 0,16 <sup>a</sup> | 46,15 ± 0,07 <sup>d</sup>   | 44,33 ± 0,27 <sup>c</sup> |
| a*                                   | 5,42 ± 0,05 <sup>a</sup>  | 5,79 ± 0,02 <sup>b</sup>  | 5,43 ± 0,14 <sup>c</sup>  | 5,73 ± 0,05 <sup>d</sup>  | 5,61 ± 0,03 <sup>c</sup>    | 6,19 ± 0,06 <sup>e</sup>  |
| b*                                   | 18,44 ± 0,04 <sup>a</sup> | 18,15 ± 0,05 <sup>a</sup> | 18,71 ± 0,61 <sup>a</sup> | 18,30 ± 0,19 <sup>a</sup> | 19,95 ± 0,05 <sup>b</sup>   | 19,77 ± 0,17 <sup>b</sup> |
| C*                                   | 19,22 ± 0,04 <sup>a</sup> | 19,05 ± 0,05 <sup>a</sup> | 19,48 ± 0,61 <sup>a</sup> | 19,18 ± 0,19 <sup>a</sup> | 20,02 ± 0,05 <sup>b</sup>   | 20,72 ± 0,18 <sup>b</sup> |
| h°                                   | 73,63 ± 0,12 <sup>a</sup> | 72,31 ± 0,07 <sup>b</sup> | 73,82 ± 0,11 <sup>a</sup> | 72,61 ± 0,05 <sup>c</sup> | 74,35 ± 0,05 <sup>b d</sup> | 72,62 ± 0,03 <sup>b</sup> |

\*Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Os resultados da ANOVA indicam que para o teor de lipídeos, a granulometria ( $p = 0,000000$ ) e a temperatura ( $p = 0,000000$ ) são significativas estatisticamente, e a interação Temperatura\*Granulometria ( $p = 0,004362$ ) como estatisticamente significativas ( $p = 0,010937$ ), visto que é inferior ao nível de significância de  $p < 0,05$ . Após aplicação do teste Tukey HSD ( $p < 0,05$ ), ficou perceptível que há diferenças notáveis entre os grupos, o grupo D refere-se a amostra 300\_40° ( $m = 6,07$ ) que é significativamente diferente de todas as outras amostras, representando a melhor condição para manter o teor de lipídeos, enquanto a pior condição é a do grupo B de 500\_80° ( $m = 2,91$ ).

As proteínas presentes na farinha apresentaram granulometria ( $p = 0,225878$ ) sem grau de significância estatística entre as amostras, porém para temperatura ( $p < 0,05$ ) e para a interação granulometria\*temperatura ( $p < 0,05$ ) a maioria das comparações é estatisticamente significativa, excluindo somente 300\_60° x 500\_50°, 300\_80° x 500\_40° e 500\_40° x 500\_60°. O teste de Tukey evidencia que o maior valor de proteínas é encontrado nas amostras 500\_40°, 500\_60° e 300\_60°. Conforme citado na Resolução RDC nº 54 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) de 12 de novembro de 2012 que classifica como produto com alto conteúdo de proteínas, aquele que conter no mínimo 12 g/100 g de proteína. Desta forma, todas as amostras podem ser consideradas ricas em proteínas.

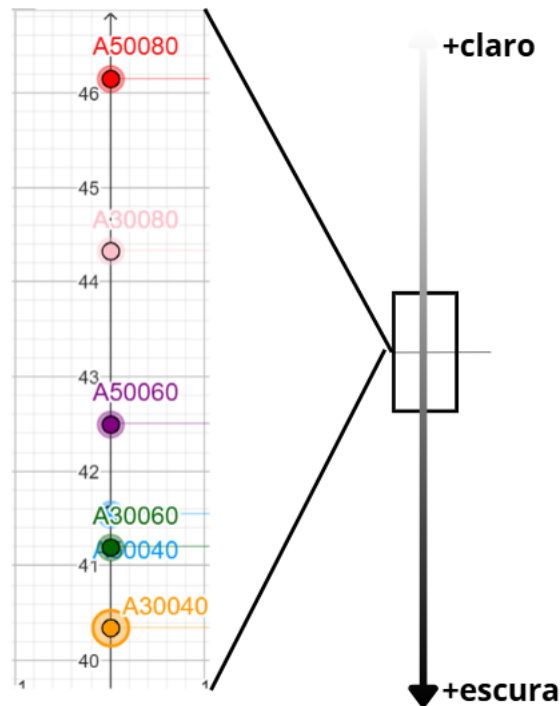
Quanto ao teor de cinzas, a análise ANOVA não apresenta diferenças significativas para os fatores de granulometria ( $p = 0,314481$ ) ou temperatura ( $p = 0,789508$ ), quando isolados, porém para a interação entre granulometria\*temperatura ( $p = 0,016640$ ) as diferenças são significativas para pelo menos uma das amostras.

### 3.2.3 Análise de cor da farinha

A análise dos parâmetros de cor CIELab foi realizada utilizando o programa *Statistica* através da Análise de Variância (ANOVA) para avaliar o efeito da granulometria (300 µm e 500 µm) e da temperatura (40 °C, 60 °C e 80 °C) nos parâmetros de cor das amostras (Tabela 7). Os resultados indicaram efeitos estatisticamente significativos para ambos os fatores e para interação deles (Granulometria:  $p < 0,000001$ ; Temperatura:  $p < 0,000001$  e Interação Granulometria \* Temperatura:  $p < 0,000001$ ), demonstrando que existe diferença significativa de cor entre as amostras e que estas podem ser geradas pelas variações de granulometria, temperatura e interações entre elas. O teste Tukey HSD (Honestly Significant Difference) foi conduzido para identificar dentre os grupos de interações granulometria\*temperatura quais apresentam diferenças

significativas entre si, os resultados demonstram que a maioria dos grupos de tratamento apresenta diferenças significativas na luminosidade ( $L^*$ ), com exceção da amostra com granulometria de 300  $\mu\text{m}$  processada a 6  $0^\circ\text{C}$  e a amostra de 500  $\mu\text{m}$  processada a 40  $^\circ\text{C}$ , que demonstraram nível de significância  $p > 0,05$ , logo não há diferenças de luminosidade entre estas amostras.

A Figura 8 representa visualmente as médias de luminosidade ( $L^*$ ) para cada uma das seis combinações de tratamento, codificadas por "A" (amostra), granulometria e temperatura (ex: A30040 para a amostra de 300  $\mu\text{m}$  a 40  $^\circ\text{C}$ ). Através da representação visual é possível confirmar que A30060 e A50040 não demonstraram diferenças significativas entre si, e da mesma forma que A30040 estão próximas do eixo mais escuro, enquanto A50060 está no meio do eixo de luminosidade representando uma cor mais acinzentada. Já A30080 e A50080 se posicionam no eixo mais claro de coloração. Espera-se que as amostras submetidas a maior temperatura sofram maior escurecimento consequente da reação de Maillard, fator inverso ao ocorrido para as amostras de 80 $^\circ\text{C}$ , Lima et al. (2014) descreve em seu trabalho que estuda o uso de secagem por convecção em mariscos, que a desnaturação das proteínas pode gerar alterações na cor do produto, dependendo do tempo e temperatura de permanência no processamento, sabendo que quanto maior a temperatura e tempo de exposição maior chance de desnaturação proteica (LIMA et al., 2014). Por fim, o teste de Tukey demonstra que com exceção de A30060 e A50040, todas as amostras apresentam diferenças significativas entre si.

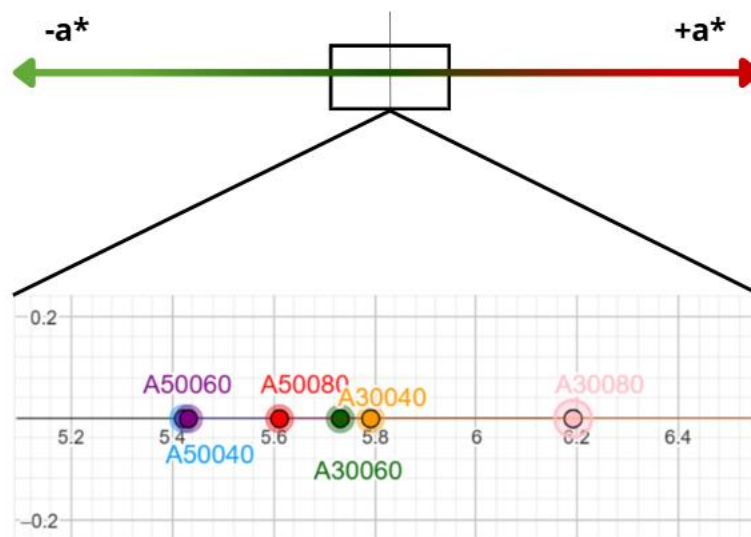


**Figura 8.** Representação gráfica de luminosidade entre as amostras ( $L^*$ ). **Fonte:** CANVA e GEOGEBRA, 2025.

A variável  $a^*$  do sistema de cores CIELab representa o eixo verde-vermelho, valores positivos indicam uma tendência para o vermelho e valores negativos para o verde. Em geral, todas as médias de  $a^*$  são positivas, indicando uma predominância da tonalidade vermelha nas amostras. Os resultados ANOVA indicaram efeitos estatisticamente significativos para ambos os fatores e para interação deles (Granulometria:  $p < 0,000001$ ; Temperatura:  $p < 0,000001$  e Interação Granulometria \* Temperatura:  $p < 0,010177$ ), a significância da interação entre granulometria\*temperatura sugere que o efeito da temperatura sobre  $a^*$  não é o mesmo para ambas as granulometrias. Logo, ao aplicar o teste Tukey HSD nota-se que maior parte das amostras apresenta  $p < 0,05$ , demonstrando diferenças significativas entre si, porém a comparação entre as amostras de  $500 \mu\text{m}$  a  $60^\circ\text{C}$  e  $500 \mu\text{m}$  a  $80^\circ\text{C}$  não é estatisticamente significativa ( $p = 0,061606$ ), o que sugere que, para esta granulometria, o aumento de  $60^\circ\text{C}$  para  $80^\circ\text{C}$  não altera substancialmente a tonalidade  $a^*$ , diferente do que ocorre para a granulometria de  $300 \mu\text{m}$  (comparando  $60^\circ\text{C}$  e  $80^\circ\text{C}$ ,  $p < 0,05$ ), por exemplo. Assim, é possível afirmar que o aumento da temperatura tende a intensificar a tonalidade avermelhada das amostras, mas esse efeito pode ser modulado pela



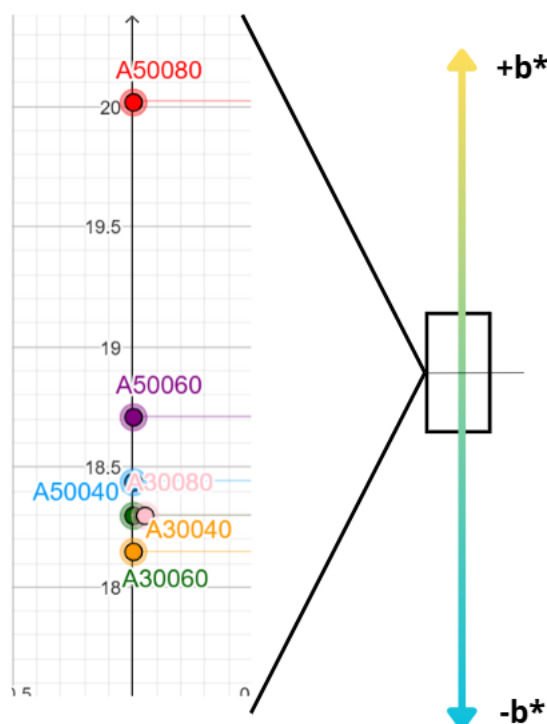
granulometria, sendo mais evidente para as amostras de 300  $\mu\text{m}$ , como é possível notar através da Figura 9.



**Figura 9.** Representação gráfica de cor entre as amostras ( $a^*$ ). **Fonte:** CANVA e GEOGEBRA, 2025.

A Figura 9 apresenta todas as amostras positivas e, portanto, demonstrando tonalidade mais avermelhada, porém as amostras A30080, A30040 e A30060 apresentam maior intensidade de cor avermelhada em comparação às amostras de granulometria mais alta.

A variável  $b^*$  do sistema de cores CIELab representa o eixo azul-amarelo, valores positivos indicam uma tendência para o amarelo e valores negativos para o azul. Todos os valores de  $b^*$  apresentam médias positivas, indicando que as amostras apresentam uma tonalidade amarelada, que parece aumentar com a temperatura e a granulometria. Os resultados ANOVA indicaram efeitos estatisticamente significativos para ambos os fatores, mas não é significativo para interação entre eles (Granulometria:  $p < 0,022613$ ; Temperatura:  $p < 0,000001$  e Interação Granulometria \* Temperatura:  $p < 0,871791$ ). Ao aplicar o teste Tukey HSD é possível notar que a tonalidade amarela ( $b^*$ ) das amostras é fortemente influenciada pela temperatura, com o aumento da temperatura de 60 °C para 80 °C causando um aumento correspondente, significativo e homogêneo em  $b^*$  (Figura 10). O efeito da granulometria é menos pronunciado e não interage com a temperatura, o que significa que as duas granulometrias respondem de forma similar às mudanças de temperatura.



**Figura 10.** Representação gráfica de cor entre as amostras ( $b^*$ ). **Fonte:** CANVA e GEOGEBRA, 2025.

Pode-se confirmar através da Figura 10 que o primeiro grupo, com valores mais baixos de  $b^*$ , inclui as amostras A30040 (300  $\mu\text{m}$  e 40  $^{\circ}\text{C}$ ), A30060 (300  $\mu\text{m}$  e 60  $^{\circ}\text{C}$ ), A50040 (500  $\mu\text{m}$  e 40  $^{\circ}\text{C}$ ) e A50060 (500  $\mu\text{m}$  e 60  $^{\circ}\text{C}$ ). O segundo grupo, com valores mais altos de  $b^*$ , é composto pelas amostras A30080 (300  $\mu\text{m}$  e 80  $^{\circ}\text{C}$ ) e A50080 (500  $\mu\text{m}$  e 80  $^{\circ}\text{C}$ ). Essa separação clara demonstra que o aumento de temperatura para 80  $^{\circ}\text{C}$  resulta em uma elevação significativa na tonalidade amarela.

Quando se trata de granulometria, os dados foram ainda coerentes, sinalizando que as amostras de 300  $\mu\text{m}$  e 500  $\mu\text{m}$  mostram um padrão similar de resposta à temperatura. Dentro dos grupos de baixa e alta temperatura, as diferenças entre as granulometrias são pequenas e, em geral, não são estatisticamente significativas, como evidenciado pela proximidade das médias no gráfico.

A variável  $C^*$  (croma) no sistema CIELab representa a saturação ou intensidade da cor. Os valores das médias obtidas variam de aproximadamente 19,05 a 20,72, indicando que a saturação da cor das amostras é relativamente alta e influenciada por um dos fatores em estudo. Os resultados ANOVA indicaram efeitos estatisticamente significativos para temperatura, enquanto para granulometria e para interação entre

granulometria e temperatura não houve diferenças significativas (Granulometria:  $p < 0,186877$ ; Temperatura:  $p < 0,000001$  e Interação Granulometria \* Temperatura:  $p < 0,775263$ ). O teste de Tukey HSD foi realizado para identificar as diferenças entre os níveis de temperatura, e foi possível confirmar que as amostras processadas a 80 °C (ambas as granulometrias) possuem uma saturação significativamente maior do que as amostras a 40 °C e 60 °C, logo o tamanho das partículas (granulometria) não influencia de forma significativa a intensidade da cor, e sua interação com a temperatura não mostrou-se relevante, mas a alta temperatura gera maior grau de saturação.

A variável  $h^\circ$  (ângulo de matiz) no sistema CIELab representa a tonalidade da cor, variando de 0° (vermelho) a 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul). Para as amostras analisadas, todos os valores de  $h^\circ$  estão entre 72° e 75°, indicando uma tonalidade dominante amarelo-avermelhada. Os resultados MANOVA indicaram efeitos estatisticamente significativos para ambos os fatores e para interação deles (Granulometria:  $p < 0,000001$ ; Temperatura:  $p < 0,000001$  e Interação Granulometria \* Temperatura:  $p < 0,000860$ ), logo a significância da interação sugere que o efeito da temperatura sobre  $h^\circ$  não é o mesmo para ambas as granulometrias. Ao aplicar o teste Tukey HSD nota-se que tanto a granulometria quanto a temperatura têm um impacto significativo e interativo na tonalidade da cor ( $h^\circ$ ). A granulometria de 500  $\mu\text{m}$  resulta em tonalidade mais amarelada, enquanto o efeito da temperatura é mais evidente para a granulometria de 300  $\mu\text{m}$ , a tonalidade muda significativamente de 40 °C para 60 °C, e para a granulometria de 500  $\mu\text{m}$ , a mudança mais notável ocorre entre 60 °C e 80 °C.

#### 3.2.4 Caracterização tecnológica da farinha

Conforme os resultados supracitados, em relação ao tempo de secagem, a temperatura de 60 °C não apresentou diferença da temperatura de 80 °C, obtendo um tempo reduzido quando comparado a temperatura de 40 °C. Além disso, como nesta primeira temperatura foi observado os maiores teores de proteína, esta foi selecionada para a caracterização tecnológica.

Com o objetivo de avaliar o impacto da granulometria na absorção de óleo, a análise de Índice de Absorção em Óleo (IAO) foram avaliadas através de análise ANOVA para as amostras de 500  $\mu\text{m}$  e da 300  $\mu\text{m}$ , resultando em um valor de 5,80g/100g e 5,30g/100g, respectivamente (Tabela 8). O Teste Tukey HSD indicou que a granulometria não exerceu um efeito estatisticamente significativo sobre o IAO ( $p = 0,312609$ ), obtendo nível de significância superior a  $p > 0,05$ .

A análise da capacidade de absorção de água (IAA) foi realizada com o objetivo de investigar o impacto do tamanho de partícula nesta propriedade. Os resultados da Análise de Variância (ANOVA) indicam que a granulometria não teve efeito estatisticamente significativo ( $p = 0,726036$ ), ao aplicar o Teste Tukey HSD obteve-se nível de significância superior a  $p > 0,05$ . Assim, a variação observada nos valores de IAA entre as amostras com granulometrias de 300  $\mu\text{m}$  ( $m = 7,22$ ) e 500  $\mu\text{m}$  ( $m = 7,64$ ) não foi suficiente para gerar um efeito estatisticamente mensurável.

**Tabela 8:** Caracterização de farinha de bagaço de malte.

| Caracterização da farinha de bagaço de malte (média e desvio padrão) |                                      |                   |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
|                                                                      | 500 $\mu\text{m}$                    | 300 $\mu\text{m}$ |
| IAO                                                                  | $5,80 \pm 0,09^a$                    | $5,30 \pm 0,19^a$ |
| IAA                                                                  | $7,64 \pm 1,06^a$                    | $7,22 \pm 1,09^a$ |
| ISA                                                                  | Não houve resultados representativos |                   |
| Formação e estabilidade da espuma                                    | Não houve resultados representativos |                   |
| Formação e estabilidade da emulsão                                   | Não houve resultados representativos |                   |
| Volume Intumescimento                                                | Não houve resultados representativos |                   |
| Higroscopicidade                                                     | Não houve resultados representativos |                   |

\* Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Barros (2020) em sua pesquisa obteve valores maiores de IAO e menores de IAA, sendo IAO de 12,83g/100g e IAA de 6,53g/100g para farinha do caroço de açaí, e IAO de 8,48g/100g e IAA de 6,52g/100g para farinha da casca de bacaba. Já Borges et al. (2021) obtiveram IAO de 2,47g/100g e IAA de 3,12g/100g para farinha de resíduo de açaí, sendo valores bem abaixo dos anteriores.

A análise do Índice de Solubilidade em Água (ISA) tem como finalidade avaliar o grau de solubilização de componentes de uma amostra em meio aquoso, os testes realizados não apresentaram resultados significativos, demonstrando que a amostra não gera um efeito perceptível em solubilidade (Tabela 8). Quanto a análise de formação e estabilidade da espuma, esta teve como objetivo avaliar o desempenho dos materiais quanto a sua capacidade de formação de espuma após a homogeneização. Após as análises, ficou evidente que ambas as granulometrias não demonstram resultados significativos quando se trata de comportamento espumante. Em relação à análise de formação e estabilidade da emulsão, que teve como objetivo avaliar o desempenho do material quanto a sua capacidade emulsionante, não houve formação de emulsão em

ambas as granulometrias, comprovando a ineficácia dos materiais como agentes emulsificantes. A análise de volume de intumescimento mede a capacidade de retenção de água. Obteve-se ausência de resultados significativos para ambas as granulometrias, indicando que tanto o resíduo quanto a farinha demonstram incapacidade de absorção e retenção de água em sua estrutura.

Com relação à análise de higroscopicidade, que teve como objetivo avaliar o desempenho do material quanto a sua capacidade de absorver a umidade do ar ao qual está exposto, ambas granulometrias não apresentaram resultados significativos em suas análises, logo não possuem capacidade hidrocópica.

De acordo com a caracterização apresentada, foi selecionado o material seco a temperatura de 60 °C com granulometria de 500 µm para posterior aplicação, devido ao maior rendimento.

### **3.3 Barra de Cereais**

#### **3.3.1 Caracterização das barras de cereais**

A Figura 11 apresenta a imagem das quatro formulações de barras de cereais desenvolvidas (F1, F2, F3 e F4), variando as concentrações de farinha de bagaço de malte e aveia em flocos. Observa-se que o uso da farinha de bagaço de malte, em substituição à aveia em flocos, altera a coloração e a granulometria superficial do produto. A formulação F1 (0% de farinha de bagaço de malte e 30% de aveia) apresenta coloração clara e textura superficial heterogênea, já nas formulações F2 (10% de farinha de bagaço de malte e 20% de aveia) e F3 (20% de farinha de bagaço de malte e 30% de aveia), que contém 10% e 20% de farinha de bagaço de malte, respectivamente, é possível notar o escurecimento progressivo da coloração e a redução da visibilidade dos flocos de aveia.

A formulação F4, constituída por 30% de farinha de bagaço de malte e 0% de aveia, possui a coloração mais escura entre as amostras e superfície com granulometria mais fina e compacta.



**F1**



**F2**



**Figura 11:** Representação visual das quatro formulações de barras de cereais a partir de farinha de bagaço de malte e aveia em flocos.

**\*\* F1 (0% de farinha de bagaço de malte, 30% aveia em flocos); F2 (10% farinha de bagaço de malte, 20% aveia em flocos); F3 (20% de farinha de bagaço de malte, 10% aveia em flocos); F4 (30% farinha de bagaço de malte, 0% aveia em flocos).**

### 3.3.2 Análise de cor para as barras de cereais

A análise dos parâmetros de cor CIELab foi realizada utilizando o programa Statistica através da análise univariada One-Way (ANOVA) para verificar se houve diferenças significativas entre as formulações (F1, F2, F3 e F4) quanto aos parâmetros de cor das amostras (Tabela 11).

**Tabela 9:** Análise de cor para as quatro formulações de barras de cereais.

| Análise de Cor – Barras de Cereais |                            |                           |                           |                            |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
|                                    | F1                         | F2                        | F3                        | F4                         |
| L*                                 | 48,03 ± 0,42 <sup>a</sup>  | 43,02 ± 0,63 <sup>b</sup> | 41,18 ± 0,94 <sup>c</sup> | 38,50 ± 0,41 <sup>d</sup>  |
| a*                                 | 6,85 ± 0,44 <sup>a</sup>   | 10,32 ± 0,74 <sup>b</sup> | 8,73 ± 0,46 <sup>c</sup>  | 10,98 ± 0,80 <sup>b</sup>  |
| b*                                 | 24,27 ± 1,11 <sup>a</sup>  | 25,15 ± 0,55 <sup>a</sup> | 21,96 ± 0,91 <sup>b</sup> | 22,00 ± 0,46 <sup>b</sup>  |
| C*                                 | 25,78 ± 1,73 <sup>ab</sup> | 27,15 ± 0,76 <sup>a</sup> | 23,74 ± 1,06 <sup>c</sup> | 24,41 ± 0,87 <sup>bc</sup> |
| h°                                 | 74,17 ± 0,31 <sup>a</sup>  | 67,92 ± 1,06 <sup>b</sup> | 68,32 ± 0,44 <sup>b</sup> | 63,76 ± 1,48 <sup>c</sup>  |

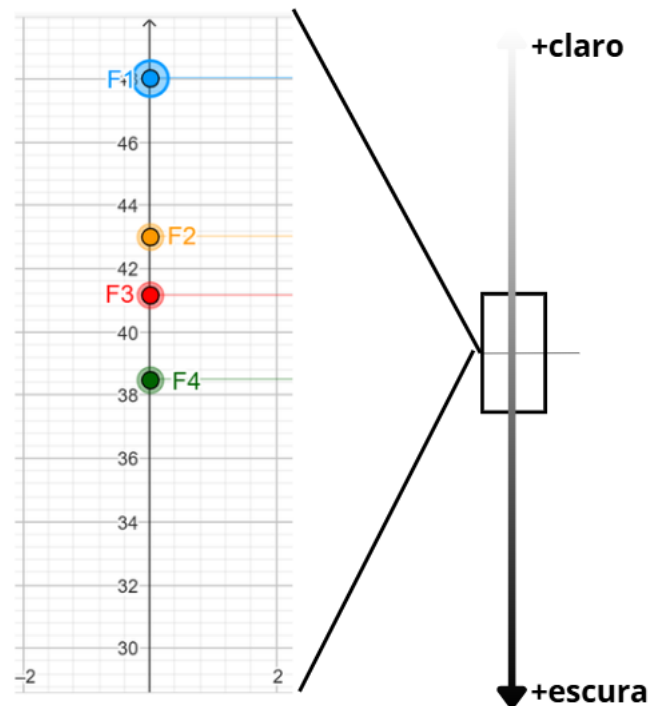
\* Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

**\*\* F1 (0% de farinha de bagaço de malte, 30% aveia em flocos); F2 (10% farinha de bagaço de malte, 20% aveia em flocos); F3 (20% de farinha de bagaço de malte, 10% aveia em flocos); F4(30% farinha de bagaço de malte, 0% aveia em flocos).**

Para o parâmetro de cor L\* (luminosidade), os resultados demonstram que todas as formulações apresentam diferenças estatisticamente significativas de cor ( $p < 0,05$ ), e que estas podem ser geradas pelas variações de formulação e pelo modo como estas reagem ao processamento da barra de cereal. O teste Tukey HSD (Honestly Significant Difference) foi conduzido para identificar dentre os grupos de interações quais apresentam maiores divergências de luminosidade. Assim, foi possível constatar que a

luminosidade é influenciada de forma progressiva pela variação da formulação, F1 é a formulação mais clara e F4 é a formulação mais escura, sendo F1 x F3 ( $p = 0,000185$ ) e F1 x F4 ( $p = 0,000185$ ) as combinações com maior grau de discrepâncias, fator possivelmente relacionado com o gradativo aumento da dosagem de farinha de bagaço de malte.

A Figura 12 representa visualmente as médias de luminosidade ( $L^*$ ) para cada uma das quatro formulações, codificadas por "F" (formulação) mais o número de ordem, conforme descrito no decorrer do trabalho. Através da representação visual é possível confirmar que todas as formulações demonstraram diferenças significativas entre si, sendo F1 a amostra mais clara, que contém a dosagem de aveia em flocos, enquanto F4 é a amostra mais escura, que contém a dosagem de farinha de bagaço de malte.

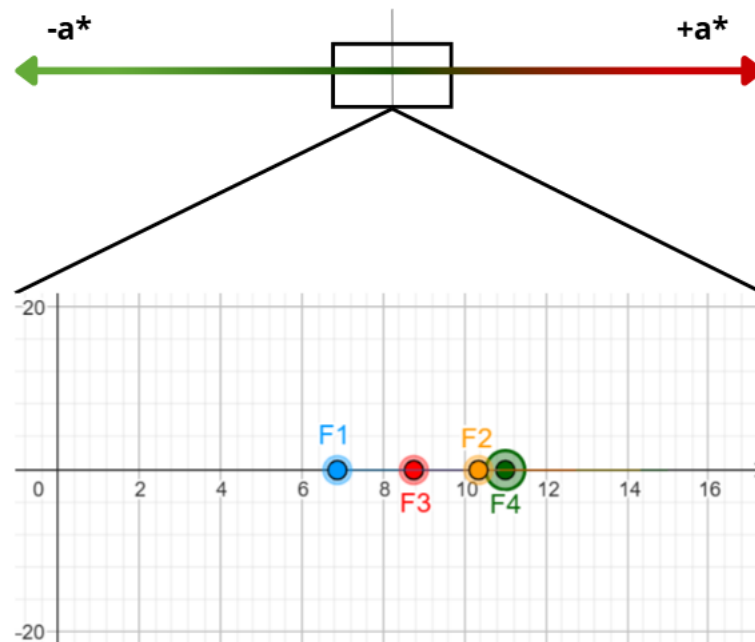


**Figura 12:** Representação gráfica de cor entre as amostras ( $L^*$ ). Fonte: CANVA e GEOGEBRA, 2025.

Em relação ao parâmetro de cor  $a^*$  (tendência verde/vermelho), a análise de variância (ANOVA) demonstrou diferenças significativas entre as quatro formulações. O Teste Tukey HSD revelou que a formulação F1 ( $m = 7,03$ ) resultou no menor valor de média do parâmetro e foi estatisticamente distinta de todas as outras formulações ( $p < 0,006958$ ). As formulações F2 ( $m = 10,21$ ) e F4 ( $m = 10,79$ ) apresentaram os maiores valores de média de  $a^*$ , mas não foram consideradas estatisticamente diferentes entre si

( $p = 0,575576$ ). Enquanto isso, F3 foi significativamente diferente tanto de F1 ( $p = 0,006958$ ) quanto de F2 ( $p=0,025052$ ) e F4 ( $p=0,001920$ ). Assim, nota-se que as formulações F2 e F4 promovem a maior intensidade na tendência vermelha do produto, enquanto a F1 é a que menos se aproxima desse componente de cor.

A Figura 13 representa visualmente as médias de tendência verde/vermelho ( $a^*$ ) para cada uma das quatro formulações. É possível confirmar que todas as formulações demonstraram diferenças significativas entre si, sendo F1 a amostra mais próxima do eixo verde, enquanto F4 é a amostra mais próxima do eixo vermelho. A amostra F2 possui a média mais próxima de F4, tendenciando tonalidade avermelhada. apresenta todas as amostras positivas e, portanto, demonstrando tonalidade mais avermelhada, enquanto F3 se mantém próxima ao eixo de divisão de cores.



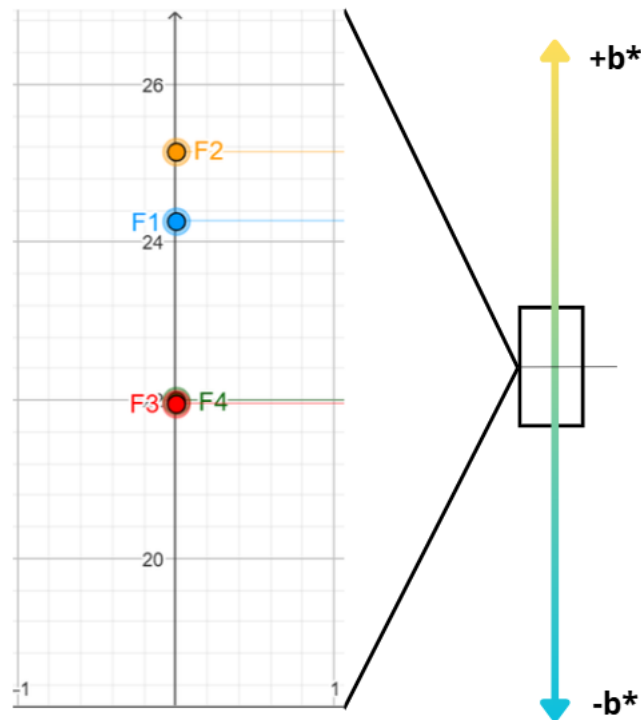
**Figura 13:** Representação gráfica de cor entre as amostras ( $a^*$ ). **Fonte:** CANVA e GEOGEBRA, 2025.

Quanto ao parâmetro de cor  $b^*$  (tendência azul/amarelo), a análise de variância confirmou que as formulações apresentam diferenças estatísticas significativas ( $p = 0,000072$ ) em suas médias. Ao aplicar o teste Tukey HSD para identificação das divergências foi possível notar que as formulações F1 x F2 ( $p = 0,944716$ ) e F3 x F4 ( $p=0,993508$ ) são homogêneas entre si, porém quando olhamos a comparação entre os grupos F1 x F2 e F3 x F4 ( $p = 0,003$ ), estes com diferenças estatísticas significativas. O primeiro



grupo demonstra intensidade maior amarela, enquanto o segundo grupo demonstra menor intensidade, porém ambos estão localizados neste hemisfério de cor.

A Figura 14 confirma a descrição analítica que demonstra a homogeneidade do grupo F1 e F2 com valores mais altos de  $b^*$  tendenciando para a cor amarelada. O segundo grupo, com valores mais baixos de  $b^*$ , é composto pelas F3 e F4 que são ainda mais homogêneas e apresentam tendência de cor do esverdeado ao azul.



**Figura 14:** Representação gráfica de cor entre as amostras ( $b^*$ ). Fonte: CANVA e GEOGEBRA, 2025.

Quando avaliamos o grau de saturação de cor entre as amostras dado pelo parâmetro  $C^*$  (pureza/intensidade), a análise ANOVA indica que há diferenças significativas entre as médias ( $p = 0,001306$ ). Assim, após a aplicação do Teste Tukey HSD, obteve-se que F3 x F4 ( $p = 0,795556$ ) e F1 x F2 ( $p = 0,278244$ ) não apresentaram diferenças estatísticas significantes entre as formulações, porém F2 se mostra significativamente diferente de F3 ( $p = 0,001496$ ) e F4 ( $p = 0,008919$ ). Assim, a formulação F2 ( $m = 27,15$ ) possui maior média de saturação entre as amostras.

Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro  $h^\circ$ , que representa a tonalidade de cor, demonstrou que há diferenças significativas entre as formulações ( $p < 0,005$ ). Ao aplicar o Teste Tukey HSD é possível notar que F1 ( $m = 74,17^\circ$ ) representa a maior

média, sendo significativamente diferente das demais e mais próxima do tom amarelo puro, enquanto F4 ( $m = 63,77^\circ$ ) representa a menor média e apresentando maior mudança em direção ao vermelho. F4 é a amostra com maior quantidade de farinha de bagaço de malte, e F1 é a amostra em que não houve dosagem de farinha de bagaço, em contrapartida, F2 ( $m = 67,92^\circ$ ) e F3 ( $m = 68,32^\circ$ ) que foram estatisticamente equivalentes.

### 3.3.3 Análise de Textura para as Barra de Cereais

A textura constitui um atributo fundamental na qualidade e aceitabilidade dos produtos alimentícios, influenciando diretamente a percepção sensorial do consumidor. Para determinar se houve alterações nas formulações foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) para as formulações F1, F2, F3 e F4, que propõem diferentes quantidades de bagaço de malte e aveia em flocos (Tabela 10).

**Tabela 10:** Análise de textura para as quatro formulações de barras de cereais.

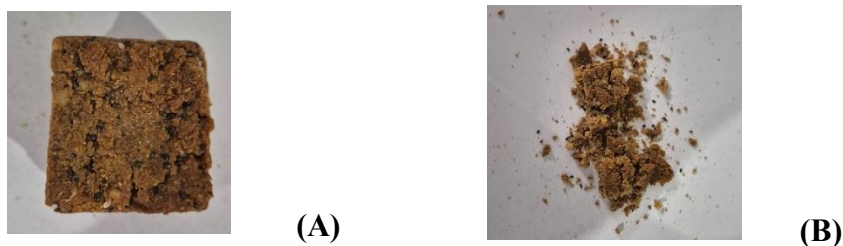
| Análise de Textura – Barras de Cereais |                     |                    |                    |                    |
|----------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                        | F1                  | F2                 | F3                 | F4                 |
| <b>Gomosidade</b>                      | $9,27 \pm 0,16^a$   | $21,99 \pm 0,26^b$ | $18,40 \pm 1,88^c$ | $2,55 \pm 0,03^d$  |
| <b>Coesão</b>                          | $0,14 \pm 0,01^a$   | $0,27 \pm 0,01^b$  | $0,18 \pm 0,01^c$  | $0,07 \pm 0,01^d$  |
| <b>Adesividade</b>                     | $-52,76 \pm 0,26^a$ | $-3,16 \pm 0,93^c$ | $-7,03 \pm 0,97^b$ | $-2,61 \pm 0,13^c$ |
| <b>Mastigabilidade</b>                 | $3,53 \pm 0,16^a$   | $11,17 \pm 0,76^c$ | $7,76 \pm 0,48^b$  | $3,68 \pm 0,09^a$  |
| <b>Dureza</b>                          | $34,18 \pm 0,21^a$  | $84,61 \pm 0,86^b$ | $86,01 \pm 1,40^b$ | $36,65 \pm 0,64^a$ |

\* Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ( $p \leq 0,05$ )

pelo teste de Tukey.

\*\* F1 (0% de farinha de bagaço de malte, 30% aveia em flocos); F2 (10% farinha de bagaço de malte, 20%aveia em flocos); F3 (20% de farinha de bagaço de malte, 10% aveia em flocos); F4(30% farinha de bagaço de malte, 0% aveia em flocos).

O parâmetro de textura gomosidade, que representa a energia ou força requerida para desintegrar um alimento semi-sólido, foi avaliado através de análise ANOVA em relação às quatro formulações, apresentando significante diferença estatística ( $p = 0,000001$ ) entre estas. Após aplicar o Teste Tukey HSD para identificar as diferenças, obteve-se que as quatro formulações possuem gomosidades diferentes entre si. A amostras F2 ( $m = 21,95$ ) e F3 ( $m = 18,40$ ) apresentam maior valor de gomosidade, ( $p = 0,027828$ ) apesar de não serem homogêneas. Em contrapartida, a menor gomosidade é representada pela amostra F4 ( $m = 2,55$ ), sendo esta diferente de todas as outras amostras ( $p = 0,000773$ ). Este fato pode ser atribuído a esta amostra se desintegrar durante a análise, reduzindo a gomosidade (Figura 15).



**Figura 15:** Amostra F4 (formulação com 30% de farinha de bagaço de malte) antes (A) e depois (B) da análise de textura.

Para coesão, que representa a força das ligações internas que formam a estrutura do material, foi avaliado através de análise ANOVA que o fator formulação demonstra um efeito estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) entre as amostras, assim visando identificar as principais diferenças, o Teste Tukey HSD foi aplicado para comparação das médias, obtendo que os quatro grupos são diferentes entre si ( $p = 0,000306$ ), porém a F2 ( $m = 0,265$ ) apresenta maior coesão, enquanto F4 ( $m = 0,072$ ) registrou menor coesão, pelo mesmo fato supracitado.

Em relação à adesividade, que é o parâmetro que representa a força ou trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície do produto e a superfície de contato. Utilizando análise ANOVA ( $p < 0,05$ ) foi possível constatar que há diferença entre os grupos de amostras, o Teste de Tukey evidencia que a amostra F1 ( $m = -52,760$ ) apresenta alta adesividade, enquanto as amostras F2 ( $m = -3,163$ ) e F4 ( $m = -2,610$ ) apresentam as menores médias de adesividade. Nota-se que todas as amostras que contém dosagem de farinha de bagaço de malte em proporções diferentes apresentam menor adesividade, logo o fator pode ter colaborado para o resultado das análises.

A mastigabilidade, parâmetro da análise de textura que avalia a energia necessária para mastigação de um produto semi-sólido, apresentou p-valor estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) quando se trata das diferenças entre as formulações, o Teste Tukey HSD revela que há três grupos distintos, F1 x F4 (0,987780) foram as únicas amostras a não demonstrar diferenças estatísticas significativas em suas médias. F2 ( $m = 11,168$ ) apresenta maior valor de média em mastigabilidade e F1 ( $m = 3,532$ ) apresenta o menor valor.

A dureza é o parâmetro da análise de textura que avalia a força máxima exercida durante a primeira compressão no material. A análise ANOVA ( $p < 0,05$ ) constatou que houve diferença estatística significativa entre o aspecto de dureza das formulações, o teste Tukey HSD evidencia a presença de dois grupos, as formulações F2 x F3 ( $p = 0,501667$ )

e F4 x F1 ( $p = 0,462131$ ) não diferem estatisticamente entre si, para as demais combinações entre os grupos todas são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). O parâmetro dureza aumentou com a adição farinha de bagaço de malte, sem ser proporcional a quantidade adicionada, e, como já citado, a formulação F4 apresentou menor dureza devido a sua desintegração.

### 3.3.4 Tabela Nutricional para as Barras de Cereais

A tabela nutricional estimada foi elaborada através do site Gestor Mercado (GESTOR MERCADO, 2025). Para cada formulação de barra de cereal, foram inseridas as quantidades exatas de todos os ingredientes utilizados, conforme descrito no item 5.5.4.

Os valores de interesse deste trabalho concentram-se no conteúdo de proteínas e fibras alimentares visando um produto com alto conteúdo destes nutrientes e que possam se apresentar com elevado aporte nutricional considerando uma porção de 100g, proporcionando maior saudabilidade em relação a barras de cereais convencionais do mercado. Assim, ao analisar o desempenho das formulações quanto ao conteúdo de fibras alimentares, é possível notar uma progressão crescente entre as formulações F1 (6,90g/100g), F2 (8,90g/100g), F3 (11,00g/100g) e F4 (13,00g/100g) (Tabela 11). Segundo a Resolução RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012 (BRASIL, 2012), é necessário que o produto contenha 6,00g/100g ou 5,00g por porção para ser considerado um produto com alto conteúdo de fibras. Logo, considera-se que as quatro formulações possuem alto conteúdo de fibras em 100 gramas, porém somente F4 pode ser considerada fonte de fibras em uma porção de 20 gramas, pois contém mais de 2,50 gramas em uma porção (BRASIL, 2012).

**Tabela 11:** Tabela nutricional para as quatro formulações de barras de cereais.

| Nutriente                | F1<br>(100g) | F1<br>(20g) | F2<br>(100g) | F2<br>(20g) | F3<br>(100g) | F3<br>(20g) | F4<br>(100g) | F4<br>(20g) |
|--------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Valor energético (kcal)  | 441          | 88          | 414          | 83          | 387          | 77          | 360          | 72          |
| Carboidratos (g)         | 44           | 8,9         | 44           | 8,9         | 44           | 8,8         | 44           | 8,8         |
| Açúcares totais (g)      | 0,8          | 0,2         | 0,8          | 0,2         | 0,8          | 0,2         | 0,8          | 0,2         |
| Açúcares adicionados (g) | 0            | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           |
| Proteínas (g)            | 15           | 3           | 16           | 3,2         | 17           | 3,4         | 18           | 3,7         |
| Gorduras totais (g)      | 22           | 4,5         | 22           | 4,4         | 21           | 4,3         | 21           | 4,2         |
| Gorduras saturadas (g)   | 2,3          | 0,5         | 2,1          | 0,4         | 2            | 0,4         | 1,9          | 0,4         |
| Gorduras trans (g)       | 0            | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           |
| Fibras alimentares (g)   | 6,9          | 1,4         | 8,9          | 1,8         | 11           | 2,2         | 13           | 2,6         |
| Sódio (mg)               | 9,9          | 2           | 9,9          | 2           | 9,9          | 2           | 9,9          | 2           |

**\*\* F1 (0% de farinha de bagaço de malte, 30% aveia em flocos); F2 (10% farinha de bagaço de malte, 20%aveia em flocos); F3 (20% de farinha de bagaço de malte, 10% aveia em flocos); F4(30% farinha de bagaço de malte, 0% aveia em flocos).**

O teor de proteínas, de forma similar apresenta variações progressivas entre as formulações, F1 (15,00 g/100g), F2 (16,00 g/100g), F3 (17,0 0g/100g) e F4 (18,00 g/100g), resultando em valores homogêneos. Assim, a Resolução RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012 (BRASIL, 2012) descreve é necessário que o produto contenha 12,00 g/100g no mínimo para ser considerado um produto com alto conteúdo de proteínas. Logo, considera-se que as quatro formulações possuem alto conteúdo de proteínas. Dentre as demais, nota-se que F4 foi a formulação que, com base nestes critérios, obteve o melhor desempenho nutricional, ressalta-se ainda, que tanto para o teor de fibras alimentares quanto para o teor de proteínas, à medida que é aumentada a dosagem de farinha de bagaço de malte nas formulações, é proporcionalmente aumentada a quantidade de fibras alimentares e proteínas.

Quando se analisa o teor de gorduras totais, o primeiro grupo de amostras F1 (22,00 g/100g) e F2 (22,00 g/100g), e o segundo grupo F3 (21,00 g/100g) e F4 (21,00 g/100g) apresentam valores homogêneos, porém o segundo grupo demonstra menor teor de gorduras. Devido aos valores elevados, é possível constatar que nenhuma das formulações possui baixo teor de gorduras de acordo a Resolução RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012, visto que o valor mínimo considerado permissível para que um produto seja considerado baixo em gorduras é de 3 g/100g, ou seja 3% do produto (BRASIL, 2012). Além disso, maior valor energético dentre as formulações é apresentado por F1 (441 kcal/100g), enquanto o menor é F4 (360 kcal/100g).

O teor de carboidratos mostrou-se homogêneo em todas as formulações, demonstrando que a mistura entre farinhas não altera significativamente o valor de carboidratos (44,00 g/100g), da mesma forma, o valor de açúcares totais não se altera (0,8 g/100g), porém segundo a Resolução RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012 (BRASIL, 2012) é possível descrever as quatro formulações como baixas em açúcares, pois contém menos de 5,00g/100g de produto. O conteúdo de sódio também se apresenta homogêneo em todas as formulações (9,00 mg/100g), com isso a RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012 preconiza que para ser considerado um produto com muito baixo teor de sódio é necessário que se tenha até 40 mg/100g de produto. Logo, as quatro formulações podem ser descritas como produtos com muito baixo teor de sódio.

#### 4. CONCLUSÃO

O estudo da farinha de bagaço de malte de cevada demonstrou significativo potencial do coproduto como ingrediente. A análise do processo de secagem do bagaço de malte revelou que a temperatura de 60 °C se destaca por apresentar tempo de secagem equivalente em relação a 80 °C, além de favorecer a preservação do teor de proteínas na farinha. A farinha obtida, processada em diferentes temperaturas (40 °C, 60 °C e 80 °C) e granulometrias (300 µm e 500 µm), foi classificada como rica em proteínas, conforme a legislação RDC n° 54 da ANVISA.

A interação granulometria\*temperatura provou ser um fator de maior impacto no comportamento da farinha. A condição de 300µm\_40° resultou no maior teor de lipídeos, e a combinação de 500µm\_80° e 300µm 60° foram eficazes na manutenção do teor de carboidratos. O teor de proteínas foi afetado pela temperatura e pela interação entre granulometria\*temperatura, sendo que o maior valor de proteínas é encontrado nas amostras 500\_40°, 500\_60° e 300\_60°.

Em relação à cor das farinhas (CIELab), as amostras que demonstraram maior luminosidade foram obtidas a 80 °C para as duas granulometrias, enquanto as com menor luminosidade foram as submetidas a 40 °C. A tonalidade vermelha (a\*) foi predominante em quase todas as amostras, sendo a amostra de 300\_80 °C com maior intensidade da cor. Já a tonalidade amarela (b\*) foi influenciada pela temperatura, com o aumento para 80 °C resultando em uma elevação, principalmente para a granulometria de 500 µm.

A caracterização da farinha revelou que a granulometria não exerceu efeito sobre o Índice de Absorção de Óleo (IAO) e a Capacidade de Absorção de Água (IAA), com a farinha apresentando valores baixos de solubilidade, capacidade de formação e estabilidade de espuma e emulsão, e higroscopicidade. Com base nos resultados, o material seco à temperatura de 500\_60 °C foi selecionado para estudos de aplicação nas barras de cereais, devido à combinação de tempo de secagem reduzido, rendimento na obtenção da farinha e teor de proteínas.

A incorporação da farinha de bagaço de malte nas formulações de barras de cereais (F1: 30% aveia em flocos, F4: 30% farinha de bagaço de malte, F2: 20% aveia em flocos e 10% farinha de bagaço de malte e F3: 20% farinha de bagaço de malte e 10% aveia em flocos) influenciou as características do produto. Todas as quatro formulações apresentaram valores diferentes de atividade de água e de umidade, indicando que a va-

riação na proporção da farinha de bagaço de malte altera o equilíbrio hídrico. As formulações F2 e F3, que continham a mistura de farinhas, apresentaram menor teor de umidade, sugerindo que diferentes proporções entre a aveia em flocos e a farinha de bagaço de malte auxiliam no controle da umidade. A cor das barras foi afetada pela inclusão da farinha de bagaço de malte, sendo F1 a formulação maior luminosidade e maior tendência ao amarelo, e F4 menor luminosidade e maior tendência ao vermelho.

Em termos de textura, todas as formulações apresentaram diferenças estatísticas para os parâmetros de gomosidade e coesão. As amostras F2 e F3 apresentaram maior gomosidade, enquanto F4 registrou a menor devido à sua desintegração durante a análise, um fator que pode indicar limitações na formulação com alta dosagem de bagaço, no parâmetro de coesão. Além disso, a adesividade foi menor nas amostras que continham a farinha de bagaço de malte.

Do ponto de vista nutricional, a adição da farinha de bagaço de malte gerou um aumento nos teores de fibras alimentares e proteínas. Todas as formulações foram classificadas como alto conteúdo de proteínas e alto conteúdo de fibras. A formulação F4 obteve o melhor desempenho nutricional, apresentando o maior teor de fibras alimentares e proteínas, além de ser a única classificada como fonte de fibras por porção. Todas as formulações foram classificadas como baixo teor de açúcares e muito baixo teor de sódio, no entanto, apresentaram teor de gorduras totais elevado. Em síntese, a farinha de bagaço de malte de cevada se mostrou um ingrediente para o desenvolvimento de alimentos, sendo a formulação F4 a que apesar de representar bom desempenho nutricional necessita de melhorias quando se trata de textura do produto.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, F. P. (2022). Pesquisadores avaliam produção de biocombustível a partir do bagaço de malte. Hoje em Dia. Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/pesquisadores-avaliam-producao-de-biocombustivel-a-partir-do-bagaco-de-malte-1.886631>.

AMBEV. ESG – Environmental, Social and Governance: uma visão estratégica e multi-stakeholder para a criação de valor de longo prazo. 2024. Disponível em: <https://www.ambev.com.br/>. Acesso em: 4 out. 2024.

AOAC. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 16th ed. Arlington: AOAC International, 1995. Method 978.18.

AZEVEDO, J. L. A economia circular aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa. [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Fluminense]. Niterói, 2024.

Barbosa, D. M. C. C.; Macário, T. S. C.; Boloy, R. A. M. Análise energética da incorporação de um sistema de cogeração em uma indústria cervejeira. Rio de Janeiro: CEFET/RJ, 2019. Trabalho de Conclusão de Curso.

BARBOSA, P. F.; SILVA, M. C.; MOREIRA, J. L. Aproveitamento do bagaço de malte na produção de cerveja: aspectos quantitativos e qualitativos. Revista Brasileira de Tecnologia Cervejeira, v. 19, n. 4, p. 45-59, 2019.

BARBOSA, V. G.; TAGLIAFERRO, E. R.; LIMA, L. D. S. C.; FRIAS, D. F. R.; AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; JÚNIOR, J. A. C. Economia circular como instrumento socioeconômico e ambiental. REVISTA: Contribuciones a Las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais, v. 17, n. 6, p. 1-21, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.6-219

BARROS, S. K. A. Caracterização e aplicação de farinha de açaí e bacaba em massa alimentícia. 2020. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1/2249> (Exemplo de link). Acesso em: 13 ago. 2025.

Baú T. R., da Silva, L. C., Garcia, S., Ida, E. I.(2012). Propriedades funcionais tecnológicas das fibras de soja, aveia e trigo e produtos de soja com adição de fibras e fermentados com cultura de kefir. Semina: Ciências Agrárias, 33(2), 3093-3102.

BORGES, M. V.; SOUSA, E. B.; SILVEIRA, M. F. A.; SOUZA, A. R. M.; ALVES, V. M.; NUNES, L. B. M.; BARROS, S. K. A. Propriedades físico-químicas e tecnológicas da farinha do resíduo de açaí e sua utilização. Research, Society and Development, v. 10, n. 5, p. e17810514517, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i5.14517. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/14517>. Acesso em: 13 ago. 2025.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. (2016). Anvisa atualiza lista de alegações de propriedades funcionais e de saúde. Recuperado em 13 de junho de 2018, de [http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset\\_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-atualiza-lista-de-alegacoes-de-propriedades-funcionais-e-de-saude/219201?inheritRedirect=false](http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-atualiza-lista-de-alegacoes-de-propriedades-funcionais-e-de-saude/219201?inheritRedirect=false)

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC no 360, de 23 de Dezembro de 2003.

Cai, Y.; Corke, H. (2000). Production and properties of spray-dried *maranthus betacyanin* pigments. Journal of Food Science, 65(8), 1248-1252. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2000.tb10273.x.

CANVA. Canva: Design Gráfico, Fotos e Vídeos Gratuitos. Canva, (2025). Disponível em: <https://www.canva.com/>. Acesso em: 9 nov. 2025

CARVALHO, L. F. M. C.; TREVIZAN, J. A. C.; BIDO, G. S.; FELIPE, D. F. Análise físico-química do bagaço do malte. In: X Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação



Científica; III Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, [S. l.], 2024. Anais Eletrônicos. ISBN 978-65-5615-164-9.

CERVEJA & MALTE. Fermentação da Cerveja. 2022. Disponível em: <https://cervejaemalte.com.br/blog/fermentacao-da-cerveja/#:~:text=Para%20a%20alta%20fermenta%C3%A7%C3%A3o%2C%20a,leveduras%20do%20tipo%20Saccharomyces%20cerevisiae>. Acesso em: 02 de abril de 2024.

CÉSPEDES, M. A. L. Otimização do processo de extrusão da polpa de laranja: modificação das propriedades funcionais e sua aplicação como fonte de fibra alimentar. 1999. 163p. Tese (Título de Doutor em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CLIFFORD, T.; HOWATSON, G.; WEST, D. J.; STEVENSON, E. J. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*, 2015, v. 7, n. 4, p. 2801–2822. Published online 14 abr. 2015. doi: 10.3390/nu7042801. PMCID: PMC4425174. PMID: 25875121.

CUNHA, E.; SOUSA, A.; MACHADO, N. M. V. A alimentação orgânica e as ações educativas na escola: diagnóstico para a educação em saúde e nutrição. *Ciênc. saúde coletiva*, v15, n1, Rio de Janeiro Jan. 2010.

DALCANTON, F.; TOMBINI, C.; DACOREGGIO, M. V.; et al. High-dietary fibers cereal bars containing malt bagasse by-product from the brewing industry. *Journal of Food Science and Technology*, v. 61, n. 7, p. 1326-1333, 2024.

DAMASCENO, I. A. M. Desenvolvimento de barra de cereal enriquecida com biomassa de *Arthospira platensis*. 2016. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/291>. Acesso em: 2 jun. 2025.

DIAS, F. B.; BALIEIRO, L. T.; PEDREIRO, M. Aterros Sanitários: Gestão de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade Ambiental. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação — REASE*, São Paulo, v. 10, n. 12, dez. 2024. ISSN: 2675-3375. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v10i12.17465>

DLUZNIEWSKI, D. M.; GONÇALVES, E. S.; COPETTI, M. Análise do perfil de compra e consumo de iogurtes funcionais nas cidades de Matelândia e Medianeira através do grupo focal. 2014. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. Curitiba: Champagnat, 1996. p.83.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e milho na produção de pães. v. 2. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994.

FAO. Perdas e desperdícios de alimentos: uma questão de segurança alimentar. 2021. Disponível em: <https://www.fao.org>. Acesso em: 4 out. 2024.

FAO. ONU: 17% de todos os alimentos disponíveis para consumo são desperdiçados. Brasília, DF: FAO Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/noticia/pt/1277434/onu-17-de-todos-os-alimentos-disponiveis-para-consumo-sao-desperdiçados>. Acesso em: 30 abr. 2024.

FARINAZZI-MACHADO, F. M. V.; DORTA, C.; MARINELLI, P. S.; DA SILVA, A. R.; COELHO, L. A.; NAPOLEÃO DOMINGOS, P. A. Viabilidade celular de probióticos microencapsulados adicionados a barras de cereais. *Revista Brasileira de Revisão de Saúde*, v. 4, pág. 9779–9791, 2020. DOI: 10.34119/bjhrv3n4-210. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/14354>. Acesso em: 15 fev. 2025.

FECHINE, A. D. L., MACHADO, M. M. T., LINDSAY, A. C., LEITE FECHINE, V. A., ARRUDA, C. A. M. (2015). Percepção de pais e professores sobre a influência dos alimentos industrializados na saúde infantil. *Revista Brasileira Em Promoção Da Saúde*, 28 (1), 16–22. <https://doi.org/10.5020/18061230.2015.p16>.

FISHBEIN, M.; AJZEN, I. Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research. Reading, MA: Addison-Wesley, 1975.

FOLHA DE S. PAULO. Economia circular é essencial para a evolução das empresas. Estudo. Folha, 2022. Disponível em: <https://estudio.folha.uol.com.br/terra-o-planeta-importa/2022/04/economia-circular-e-essencial-para-a-evolucao-das-empresas.shtml>. Acesso em: 30 abr. 2024.

FOLHA DE S.PAULO. Fórum Econômico Mundial estima que mercado global de economia circular atinja US\$ 4,5 trilhões até 2030. 2022. Disponível em: <https://neofeed.com.br/mineracao-2-0/economia-circular-uma-revolucao-silenciosa-comeca-a-ganhar-ainda-mais-tracao/#:~:text=Grandes%2C%20m%C3%A9dias%20e%20pequenas%2C%20empresas,for%C3%A7a%20dos%20%E2%80%9C5%20Rs%E2%80%9D.&text=Globalmente%2C%20a%20economia%20circular%20movimentou,o%20transporte%20e%20o%20armazenamento>. Acesso em: 4 out. 2024.

GALVANI, F.; GAERTNER, E. Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2006.

GEOGEBRA. GeoGebra: Matemática Dinâmica para Todos (Software). Versão 6.0. Linz, Áustria: GeoGebra, [2025]. Disponível em: <https://www.geogebra.org/>. Acesso em: 9 nov. 2025.

GESTOR MERCADO. Sistema de Gestão para Restaurantes. Disponível em: <https://app.gestormercado.com.br/>. Acesso em: 25 maio 2025.

GÓMEZ-GARCÍA, M. et al. Utilização de resíduos coprodutos em agroindústrias e economia circular. *Revista X*, v. 5, n. 2, p. 45-60, 2021.

GONZÁLEZ-MORENO, P.; GOMES, D.; MORGADO, A.; MARCATO, A. Utilização do bagaço de malte para preparação de bioplásticos: uma proposta de economia circular

ao setor cervejeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 6, p. 599-605, 2014. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v18n6p599-605.

GOULD, M. J.; JASBERG, B. K.; DEXTER, L. B.; HSU, J. T.; LEWIS, S. M.; FAHEY, G. C. High-fiber, noncaloric flour substitute for baked foods. Properties of alkaline peroxide treated lignocelulose. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v. 66, n. 3, p. 201-205, 1989.

Guillon, F.; Champ, M. (2000). Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Research International*, v. 33(3-4), p. 233-245. [http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00038-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00038-7).

GUTKOSKI, L. C.; BONAMIGO, J. M. A.; TEIXEIRA, D. M. F.; PEDÓ, I. Elaboração de barras de cereais à base de aveia com elevado teor de fibra dietética. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo – UPF, CP 611, CEP 99001-970, Passo Fundo - RS, Brasil. *Food Sci. Technol*, v. 27 (2), 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200025>.

HOFFMANN, E. Pesquisa quantitativa e qualitativa. Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul, 2010. Disponível em: [http://www.unisc.br/portal/upload/com\\_arquivo/pesquisa\\_quantitativa\\_qualitativa\\_quantitativa\\_quali.pdf](http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/pesquisa_quantitativa_qualitativa_quantitativa_quali.pdf). Acesso em: 01 abr. 2025.

IAL, Instituto Adolfo Lutz. Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos - 4 a Edição. IV edição. São Paulo: [s. n.], 2008. v. 9.

IBGE. Estimativas da população brasileira. 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 4 out. 2024.

IBGE. Segurança alimentar nos domicílios brasileiros volta a crescer em 2023. Disponível em: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39838-seguranca-alimentar-nos-domicilios-brasileiros-volta-a-crescer-em-2023#:~:text=O%20pa%C3%ADs%20tinha%2027%2C6,milh%C3%B5es\)%20com%20inseguran%C3%A7a%20alimentar%20grave%20com%20inseguran%C3%A7a%20alimentar%20grave](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39838-seguranca-alimentar-nos-domicilios-brasileiros-volta-a-crescer-em-2023#:~:text=O%20pa%C3%ADs%20tinha%2027%2C6,milh%C3%B5es)%20com%20inseguran%C3%A7a%20alimentar%20grave%20com%20inseguran%C3%A7a%20alimentar%20grave)). Acesso em: 25 de fevereiro de 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Estimativa populacional do Brasil - 27 de abril de 2024. Rio de Janeiro: 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 30 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). População do Brasil chega a 212,6 milhões de habitantes, aponta IBGE. Brasília: Secom, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2024/08/populacao-do-brasil-chega-a-212-6-milhoes-de-habitantes-aponta-ibge>. Acesso em: 08 fev. 2024.

IPEA. A política nacional de resíduos sólidos e a destinação final dos resíduos: uma análise. Brasília: IPEA, 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br>. Acesso em: 4 out. 2024.

LIMA, M.; CHRISTENSEN, L. C. B.; KRAMER, L.; ROTABAKK, B. T.; MONTEIRO, A. R.; LERIN, L. A.; SIVERTSVIK, M. Estudo da desnaturação proteica no mexilhão

(*Mytilus edulis*) durante tratamento térmico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20., 2014, Florianópolis. Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Florianópolis, 2014. p.8.

MARQUES, T.; CORRÊA, A.; LINO, J.; ABREU, C.; SIMÃO, A. Chemical constituents and technological functional properties of acerola (*Malpighia emarginata* DC.) waste flour. *Food Science and Technology* (Campinas), 33(3): 526-531, jul-set 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013005000085>.

MICROAMBIENTAL. Por que monitorar a qualidade da água na indústria de cerveja?. São Caetano do Sul, SP, 2021. 27 p. Disponível em: <https://microambiental.com.br/agua-cerveja/>. Acesso em: 25/02/2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Qualidade Ambiental. DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL E GESTÃO DE RESÍDUOS. Nota Técnica nº 647/2020-MMA. PROCESSO Nº 02000.001696/2020-79, 2020. Disponível em: [https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com\\_sisconama&task=documento.download&id=24434#:~:text=O%20coproduto%20%C3%A9%20resultado%20do,empregado%20em%20outro%20processo%20produtivo](https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.download&id=24434#:~:text=O%20coproduto%20%C3%A9%20resultado%20do,empregado%20em%20outro%20processo%20produtivo). Acesso em: 25 de fevereiro de 2025.

MOLAN, P. C. The antibacterial activity of honey: 1. The nature of the antibacterial activity. *Bee World*, v. 73, n. 5, p. 5-28, 1992.

NAIKER, M.; JAGTAP, S.; DADALAURI, D. Foam formation and stability properties in protein-based food products. *Journal of Food Science and Technology*, v. 57, n. 8, p. 2800-2810, 2020.

Naiker, T. S.; Gerrano, A.; Mellem, J. Physicochemical properties of flour produced from different cowpea (*Vigna unguiculata*) cultivars of Southern African origin. *Journal of Food Science and Technology*, 56, 1541-1550, 2019.

NASSU, R. T. Análise sensorial de carne: conceitos e recomendações. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. (Comunicado Técnico). ISSN 1981-206X.

NEVES, G. A.; SANTANA, M.; VALENÇA, R. Capacidade Higroscópica de Farinhas de Diferentes Frutas. VI Seminário de Iniciação Científica da UFRA e XII Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

NIGLIO, F. S. R.; GERMER, S. P. M. Adição de bagaço de malte de cevada em linguças frescas agrega valor e reduz custos de produção. *Brazilian Journal of Food Technology*, 4 out. 2021. Disponível em: <https://pressreleases.scielo.org/blog/2021/10/04/adicao-de-bagaco-de-malte-de-cevada-em-linguicas-frescas-agrega-valor-e-reduz-custos-de-producao/#:~:text=De%20acordo%20com%20o%20Minist%C3%A9rio,toneladas%20de%20bagas%C3%A7o%20de%20malte>. Acesso em: 21/09/2024.

NUNES, J. S. et al. Produção, análise sensorial e físico-química de barras de cereal produzidas com derivados de caju. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 8, n. 2, p. 178-182, 2013. Disponível em: <http://revista.gvaa.com.br>. Acesso em: 22/02/2025.

ORTE, A.; SILVA, E. F.; ALMEIDA, V. D. S.; SILVA, T. X.; PORTE, L. H. M. Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (Carica papaya) e de abóbora (Cucurbitasp). Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande-PB, v.13, n.1, p.91-96, 2011.

PAL, S.; RADAVELLI-BAGATINI, S. Effects of psyllium on metabolic syndrome risk factors. Journal of Human Nutrition and Dietetics, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2012.01020.x>. Acesso em: 21/09/2024.

PENG, X. et al. Economia circular e sustentabilidade ambiental. Journal of Environmental Studies, v. 12, n. 4, p. 102-115, 2023.

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, Guarapuava (PR), v. 13, n. 1, p. 47-57, jan./abr. 2017. DOI: 10.5935/ambiencia.2017.01.03.

ROBERTSON, J. A., MONREDON, F. D., DYSSSELER, P., GUILLON, F., AMADO, R., THIBAULT, J. (2000). Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: a European collaborative study. Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie, 33(2), 72-79. <http://dx.doi.org/10.1006/fstl.1999.0595>.

SEABRA, L. M. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R. B. Amido de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura em hambúrgueres de cordeiro. Universidade Federal do Ceará – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza – CE, Publicado em 23 mar. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/ZnTRWHKQwWFZYbkLjpf8XGf/#>

SILVA, F. D.; PANTE, C. F.; PRUDÊNCIO, S. H.; RIBEIRO, A. B. Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais. Alim. Nutr., Araraquara, v. 22, n. 1, p. 63-69, jan./mar. 2011.

SILVA, I. Q.; OLIVEIRA, B. C. F.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 20, n. 2, p. 321-329, abr./jun. 2009. Acesso em: 13 ago. 2025.

SILVA, I. Q.; OLIVEIRA, B. C. F.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. Alim. Nutr., Araraquara, v. 20, n. 2, p. 321-329, abr./jun. 2009.

SILVA, J. C. R.; SILVA, M. R. (2023). Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. *Ciência & Tecnologia: Revista Electrónica da Universidade Católica Portuguesa*, 21(2), 114-163. Disponível em: [https://ciencia.ucp.pt/ws/files/39919898/114\\_613\\_2\\_PB.pdf](https://ciencia.ucp.pt/ws/files/39919898/114_613_2_PB.pdf)

SILVA, L. M. C.; SILVA, C. M. (2014). Farinha de bagaço de malte: caracterização e potencial de aplicação. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

SILVA, L. S.; ANTENOR, S. Resíduos Coprodutos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade, 2020. 23 p. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de->

conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos . Acesso em: 01 maio 2024.

SILVA, M. L. P. Bagaço de malte: uso alternativo para a produção de pão.2023. 57 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Alimentos) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

SIMON, C. J.; SULLIVAN, M. W. The Measurement and Determinants of Brand Equity: A Financial Approach. *Marketing Science*, v. 12, n. 1, p. 28-52, 1993.

SOUZA, M. C. S.; SOUZA, L. V.; FERNANDES, A. P. O.; COUTINHO, J. F. G.; GONÇALVES, C. A. S. Caracterização Química do Bagaço de Malte e Avaliação do Seu Potencial para Obtenção de Produtos de Valor Agregado. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 8, n. 2, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/jcec/article/view/9418>. Acesso em: 30 abr. 2024.

TOMBINI, C. et al. High-dietary fibers cereal bars containing malt bagasse by-product from the brewing industry. *Journal of Food Science and Technology*, v. 61, n. 7, p. 1326-1333, jul. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05902-0>. Acesso em: 29/09/2024.

VALOROSO, V.; LEAL, I.; MATIAS, F.; CARVALHO, M. Economia Circular: Uma Nova Filosofia de Gestão para o Século XXI. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 1, n. 2, p. 1-24, set. 2015. ISSN 2183-3826. Disponível em: [https://ciencia.ucp.pt/ws/files/39919898/114\\_613\\_2\\_PB.pdf](https://ciencia.ucp.pt/ws/files/39919898/114_613_2_PB.pdf). Acesso em: 30 abr. 2024.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características do Mel. *Boletim Técnico - PIE-UFES*, Vitória, Pró-Reitoria de Extensão - Programa Institucional de Extensão, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. 01107, 18 ago. 2007. Disponível em: [https://www.agais.com/telomc/b01107\\_caracteristicas\\_mel.pdf](https://www.agais.com/telomc/b01107_caracteristicas_mel.pdf). Acesso em: 25/04/2025.

VIEIRA, C. M.; SANTIAGO, L. S.; TAVARES, P. C. W.; BRANDT, A.; NEGRI, F.; OLIVEIRA, M. R. M. Aplicação da técnica de Grupo Focal em pesquisa da Rede-SANS sobre as ações de alimentação e nutrição na atenção básica em saúde. Rio de Janeiro, 2013.

WHITEHEAD, Anne; BECK, Eleanor J.; TOSH, Susan; WOLEVER, Thomas MS. Cholesterol-lowering effects of oat  $\beta$ -glucan: a meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 100, n. 6, p. 1413-1421, dez. 2014. DOI: 10.3945/ajcn.114.086108.

ZANOTTO, D. L. BELLAVER, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. EMBRAPA-CNPSA. Comunicado Técnico, 215. 1996. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/433741>. Acesso em: 11 mar. 2025.

## **6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Considerando a relevância dos dados obtidos, a caracterização do produto pode ser enriquecida com o uso de métodos afetivos de pesquisa como a análise sensorial e a técnica de grupo focal, visando o entendimento acerca da perspectiva externa do público, verificando se há maior ou menor interesse de compra por produtos que contenham coprodutos industriais em sua formulação, e obtendo as características de sabor, textura e aroma das formulações afim de entender se há diferenças significativas sensorialmente entre as formulações apresentadas.

## **7. CONCLUSÃO GERAL**

O conhecimento das propriedades químicas e tecnológicas dos alimentos e/ou coprodutos é primordial para avaliar a disponibilidade de nutrientes presentes e utilizá-los de forma assertiva, assim a caracterização da farinha de bagaço de malte se provou estratégica, comprovando que a matéria-prima pode ser utilizada para a fortificação de alimentos e a valorização de coprodutos agroindustriais devido ao seu conteúdo de proteínas.

A etapa de processamento demonstrou que a melhor eficiência da secagem é determinada pela temperatura de 60 °C. Adicionalmente, observou-se que a granulometria e a temperatura influenciaram significativamente a composição, sendo a amostra de 300µm\_40 °C a que melhor preservou os lipídeos e a de 500µm\_80 °C a que manteve o maior teor de carboidratos. As análises físico-químicas indicam que a temperatura de 80 °C demonstrou limitações em propriedades como emulsificação, espuma e retenção de água, direcionando sua aplicação para a melhoria do perfil nutricional e de textura. A análise de cor sinaliza que as amostras a 80 °C demonstraram tonalidade mais clara, provavelmente pelo alto calor possibilitar a desnaturação de proteínas. A farinha escolhida para aplicação nas barras de cereal foi de 500µm\_60 °C devido a seu desempenho nutricional e melhor performance em secagem. Todas as formulações foram classificadas como de alto conteúdo de proteínas, além de baixas em açúcares e muito baixas em sódio, conforme a RDC nº 54/2012.

A formulação F4 (30% farinha de bagaço de malte) alcançou o melhor desempenho nutricional, apresentando o maior teor de proteínas e o menor valor energético. A avaliação da textura demonstrou que as formulações mistas (F2: 20% aveia em flocos e 10% farinha de bagaço de malte e F3: 10% aveia em flocos e 20% farinha de bagaço de malte) apresentaram a melhor estabilidade estrutural (maior coesão e dureza),

ao passo que a F4 demonstrou desintegração, indicando que a incorporação da farinha de bagaço de malte deve ser realizada em combinação com outros ingredientes para melhorar os parâmetros de textura.

Além disso, o estudo tem sua base em tendências bibliométricas, que metrificam os avanços nos estudos de coprodutos agroindustriais com foco em bagaço de malte, bagaço de cana-de-açúcar e resíduos de alimentos, e ainda identifica os principais avanços em sustentabilidade. Destaca-se a crescente de pesquisas no uso de bagaço de cana-de-açúcar com foco em nanocellulose e bioplásticos derivados destes coprodutos, inclusive, os artigos comprovam que existe perspectiva de crescimento e investimento no tema demonstrando a relevância do estudo. Portanto, a caracterização e o estudo bibliométrico confirmam o bagaço de malte como um ingrediente de alto desempenho e sugere que investigações futuras devem explorar a extração de seus compostos estruturais para o desenvolvimento de novos materiais sustentáveis.