



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA E
TERRITÓRIO (ILATIT)**

ENGENHARIA QUÍMICA

**REAPROVEITAMENTO DE BAGAÇO DE MALTE NA FORMULAÇÃO DE
BISCOITOS CANINOS**

GIOVANA BORGES CASTRO

Foz do Iguaçu
2025



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA E
TERRITÓRIO (ILATIT)**

ENGENHARIA QUÍMICA

**REAPROVEITAMENTO DE BAGAÇO DE MALTE NA FORMULAÇÃO DE
BISCOITOS CANINOS**

GIOVANA BORGES CASTRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Estrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dra. Andreia Cristina Furtado.

Foz do Iguaçu
2025

GIOVANA BORGES CASTRO

**REAPROVEITAMENTO DE BAGAÇO DE MALTE NA FORMULAÇÃO DE
BISCOITOS CANINOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Estrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

ANDREIA CRISTINA FURTADO

Data: 15/01/2026 08:24:22-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof. Dra. Andreia Cristina Furtado
UNILA

Prof. Dr. Leonardo da Silva Arrieche
UNILA

Prof. Dra. Marlei Roling Scariot
UNILA

Foz do Iguaçu, 18 de dezembro de 2025.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a todos que de certa forma contribuíram para a realização desse trabalho.

À professora doutora Andreia Cristina Furtado pela paciência neste trabalho de conclusão de curso apesar dos meus atrasos. Muito obrigada.

A minha mãe pelos ensinamentos de vida, amor, amizade, compreensão e dedicação. Obrigado por me incentivar quando estava passando dificuldades por não estar conseguindo entender algum conteúdo na trajetória da graduação. Aos meus amigos e conhecidos que me auxiliaram nesse processo de aprendizado e resiliência que é estudar no curso de engenharia química.

A todos os professores do curso, que de uma forma ou de outra me ajudaram em meu crescimento pessoal e profissional.

Aos técnicos dos Laboratórios da UNILA, agradeço pelos durante todo o curso de Engenharia Química e principalmente pela ajuda neste trabalho.

E, por último, mas não menos importante, gostaria de agradecer as musas inspiradoras detrás dessa pesquisa, Lili Francisca e Ivy Nelly, minhas cadelas, por estarem presentes, na minha cama dormindo, enquanto estava escrevendo esse trabalho.

RESUMO

O bagaço de malte é o principal subproduto do mercado cervejeiro, constituindo cerca de 80% dos resíduos gerados na produção de cerveja. No âmbito nacional, somente no ano de 2023, sua produção atingiu 1,7 milhões toneladas, o que ressalta a importância de achar modos de reaproveitar essa matéria prima para não ser descartada de forma errada, gerando problemas ambientais. Em relação a sua composição química, o resíduo úmido cervejeiro é rico em carboidratos, compostos fenólicos, fibras lignocelulósicas e proteínas, nutrientes de alto valor para alimentação humana e animal. O Brasil é o terceiro maior mercado de pet do mundo, com faturamento aproximado de 68,7 bilhões em 2023, em que cerca de 55,5% foram derivados do setor de pet food, então a proposta de formular produtos alimentares para animais domésticos com o subproduto cervejeiro agrega valor, pois está relacionando dois mercados promissores. O objetivo desta pesquisa foi formular biscoitos caninos funcionais utilizando o brewer's spent grain (BSG) submetido a três pré-tratamentos distintos: secagem em estufa com circulação de ar forçada (F1), congelamento/uso in natura (F2) e liofilização (F3). A caracterização físico-química dos biscoitos formulados foi realizada por métodos analíticos clássicos (umidade, cinzas, lipídios), estimativos (proteínas, fibras, carboidratos e valor energético total) e por espectroscopia FTIR-ATR. Em suma, a caracterização físico-química do produto demonstrou a viabilidade técnica do desenvolvimento de um biscoito funcional. Os biscoitos caninos apresentaram um teor de umidade final que se enquadra na faixa estabelecida pela ABINPET (5% a 12%) para alimentos secos, a incorporação do BSG resultou em teores expressivos de proteínas e fibras, assim como um alto valor energético total (kcal) do biscoito comercial de referência.

Palavras Chaves: brewer's spent grain; petiscos caninos; caracterização físico-química.

RESUMEN

El residuo de malta es el principal subproducto del mercado cervecero y constituye aproximadamente el 80% de los residuos generados en la producción de cerveza. A nivel nacional, solo en 2023, su producción alcanzó los 1,7 millones de toneladas, lo que destaca la importancia de encontrar maneras de reutilizar esta materia prima para evitar su eliminación inadecuada y problemas ambientales. En cuanto a su composición química, el residuo cervecero húmedo es rico en carbohidratos, compuestos fenólicos, fibras lignocelulósicas y proteínas, nutrientes de alto valor para la nutrición humana y animal. Brasil es el tercer mercado de mascotas más grande del mundo, con ingresos aproximados de 68.700 millones de dólares en 2023, de los cuales aproximadamente el 55,5% provino del sector de alimentos para mascotas. Por lo tanto, la propuesta de formular productos alimenticios para mascotas con residuo cervecero agrega valor, ya que conecta dos mercados prometedores. El objetivo de esta investigación fue formular galletas funcionales para perros utilizando grano gastado de cervecería (GCC) sometido a tres pretratamientos distintos: secado en horno de aire forzado (F1), congelación/uso in natura (F2) y liofilización (F3). La caracterización fisicoquímica de las galletas formuladas se realizó mediante métodos analíticos clásicos (humedad, cenizas, lípidos), métodos de estimación (proteínas, fibra, carbohidratos y valor energético total) y espectroscopía FTIR-ATR. En resumen, la caracterización fisicoquímica del producto demostró la viabilidad técnica del desarrollo de una galleta funcional. Las galletas para perros presentaron un contenido de humedad final dentro del rango establecido por ABINPET (5% a 12%) para alimentos secos; la incorporación de GCC resultó en un contenido significativo de proteína y fibra, así como un alto valor energético total (kcal) en comparación con la galleta comercial de referencia.

Palabras clave: grano gastado de cervecería; premios para perros; caracterización fisicoquímica.

ABSTRACT

Malt residue is the main byproduct of the brewing market, constituting about 80% of the waste generated in beer production. Nationally, in 2023 alone, its production reached 1.7 million tons, highlighting the importance of finding ways to reuse this raw material to avoid its improper disposal and environmental problems. Regarding its chemical composition, wet brewer's residue is rich in carbohydrates, phenolic compounds, lignocellulosic fibers, and proteins – nutrients of high value for human and animal nutrition. Brazil is the third largest pet market in the world, with an approximate revenue of 68.7 billion in 2023, of which about 55.5% came from the pet food sector. Therefore, the proposal to formulate pet food products with brewer's residue adds value, as it connects two promising markets. The objective of this research was to formulate functional dog biscuits using Brewer's Spent Grain (BSG) subjected to three distinct pretreatments: drying in a forced-air oven (F1), freezing/use in natura (F2), and freeze-drying (F3). The physicochemical characterization of the formulated biscuits was performed using classical analytical methods (moisture, ash, lipids), estimation methods (proteins, fiber, carbohydrates, and total energy value), and FTIR-ATR spectroscopy. In summary, the physicochemical characterization of the product demonstrated the technical feasibility of developing a functional biscuit. The dog biscuits presented a final moisture content that falls within the range established by ABINPET (5% to 12%) for dry foods; the incorporation of BSG resulted in significant protein and fiber content, as well as a high total energy value (kcal) compared to the commercial reference biscuit.

Keywords: Brewer's Spent Grain; dog treats; physicochemical characterization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Gráfico de Produção Global de Cerveja	16
Figura 2 -	Número de cervejarias registradas no período de 2000-2021 no Brasil	16
Figura 3 -	Exportação de cerveja brasileira entre 2011-2023 (em milhões de litros)	17
Figura 4 -	Matérias primas utilizadas na produção de cerveja	17
Figura 5 -	Fluxograma da produção de cerveja	19
Figura 6 -	Classificação das patentes por área de aplicação	23
Figura 7 -	Fluxograma do processo de preparo do bagaço de malte para as formulações de biscoitos caninos	30
Figura 8 -	Bagaço de malte utilizado na formulação dos biscoitos (a) farinha seca (FS). (b) bagaço de malte in natura (BMU). (c) farinha liofilizada (FL)	32
Figura 9 -	Biscoitos caninos formulados com bagaço de malte (a) biscoito formulado com farinha seca de bagaço de malte (F1). (b) biscoito formulado com bagaço de malte in natura (F2). (c) biscoito formulado com farinha liofilizada (F3)	38
Figura 10 -	Tamanho dos biscoitos caninos formulados com bagaço de malte (a) F1. (b) F2. (c) F3	39
Figura 11 -	Gráfico da relação entre o tempo de assamento pela umidade de cada formulação de biscoito canino	40
Figura 12 -	Gráfico entre transmitância (%) e o número de ondas (cm^{-1}) para as formulações F1, F2, F3 e o controle (BC)	42
Figura 13 -	Gráfico entre absorvância (%) e o número de ondas (cm^{-1}) para as formulações F1, F2, F3 e o controle (BC)	43
Figura 14 -	Gráfico entre absorvância (%) na faixa de número de ondas de 1600 cm^{-1} a 3360 cm^{-1} para as formulações F1, F2, F3 e o controle (BC)	44
Figura 15 -	Gráfico entre absorvância (%) na faixa de número de ondas de 3000 cm^{-1} a 2800 cm^{-1} e de 1730 cm^{-1} a 1740 cm^{-1} de para as formulações F1, F2, F3 e o controle (BC)	45
Figura 16 -	Gráfico entre absorvância (%) na faixa de número de ondas de 1655 cm^{-1} a 1565 cm^{-1} para as formulações F1, F2, F3 e o controle (BC)	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química do bagaço de malte oriundo de cervejarias	22
Tabela 2 - Formulações F1, F2 e F3 dos biscoitos caninos	32
Tabela 3 - Composições Nutricionais de F1, F2, F3 e BC (g/100g)	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de malte na produção de cerveja e suas características	20
Quadro 2 - Características dos alimentos do segmento pet food	25
Quadro 3 - Principais legislações ao setor pet food	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANBIPET - Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de estimação

BC – Biscoito comercial

BSG – Brewer's spent grain

BMU – Bagaço de malte úmido (in natura)

FS – Farinha de bagaço de malte feita por estufa de circulação de ar forçada

FL – Farinha de bagaço de malte liofilizada

F1 – Formulação de biscoito canino com farinha de bagaço de malte feita por circulação de ar forçada.

F2 – Formulação de biscoito canino com bagaço de malte (in natura).

F3 – Formulação de biscoito canino com farinha de bagaço de malte liofilizada.

FTIR-ATR – Espectroscopia de infravermelho com Transformada de Fourier com Refletância Total Atenuante.

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVOS PRINCIPAIS	14
2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS.....	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 MERCADO CERVEJEIRO	15
3.1.1 Produção da cerveja.....	17
3.1.2 Bagaço de malte.....	21
3.2 MERCADO PET NO BRASIL	24
3.2.1 Pet Food.....	24
3.2.2 Legislação brasileira sobre alimentação animal.....	25
3.2.3 Utilização de bagaço de malte na alimentação humana e animal.....	27
4 MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1 PREPARAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA	30
4.2 FORMULAÇÃO DOS BISCOITOS CANINOS.....	31
4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA.....	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
5.1 PREPARAÇÃO DOS BISCOITOS.....	37
5.2 CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DOS BISCOITOS CANINOS	40
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
REFERÊNCIAS.....	48
APÊNDICE A	56
APÊNDICE B.....	58

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de cerveja, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos em 2022 (SINDICERV, 2023). Além disso, de acordo com os dados atuais do Ministério da Agricultura e Pecuária (2024), o país declarou uma produção de cerveja superior a 15 bilhões de litros, em 2023, sendo o bagaço de malte o principal subproduto gerado na produção dessa bebida.

O Brewer's Spent Grain (BSG) representa cerca de 80% dos resíduos gerados na indústria cervejeira, sendo sua produção estimada em 14 a 20 kg a cada 100 litros de cerveja (Cordeiro, 2011; Mussatto *et al.*, 2008). Contudo, esse resíduo, muitas vezes é descartado de forma inadequada como em solos e aterros sanitários, contribuindo para impactos negativos no meio ambiente, devido sua limitação logística proveniente a sua elevada umidade (Figueiredo, 2023).

A composição química do BSG é rica em carboidratos, compostos fenólicos, fibras lignocelulósicas e proteínas, e, por isso, é reaproveitado em diversas aplicações, como na nutrição humana, na nutrição animal, na extração de compostos fenólicos, entre outros (Lorenci Vian *et al.*, 2022; Mussatto *et al.*, 2008).

Em animais com sistema digestivo monogástrico, como os cães, as fibras desempenham papel fundamental no funcionamento do sistema digestivo, promovendo sensação de saciedade. Além disso, os demais nutrientes encontrados no bagaço de malte são essenciais para o desenvolvimento e manutenção de todos os seres vivos (Chaves, 2022; Fischer, 2011). Desse modo, em razão da sua composição nutricional rica, esse subproduto demonstra potencial para aplicação na formulação de alimentos para pets, sobretudo petiscos caninos.

Segundo dados de mercado da ABINPET & INSTITUTO PET BRASIL (2024), o Brasil é o terceiro principal mercado de pet mundial, faturando cerca de R\$ 68,7 bilhões em 2023, dos quais cerca de 55,5% foram derivados do setor de pet food, com uma população de pet em 160,9 milhões, sendo a maioria composto por cachorros.

Portanto, a utilização do bagaço de malte na formulação de produtos caninos alimentícios representa uma alternativa viável para a redução de impactos ambientais negativos do BSG, além de promover o desenvolvimento de novos itens comercializáveis em um mercado em alta no país. Logo, o objetivo dessa pesquisa é analisar a viabilidade técnica da produção de biscoitos caninos naturais com bagaço de malte.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS PRINCIPAIS

Reaproveitar o bagaço de malte de cervejaria artesanal para a formulação de biscoitos caninos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Obter e processar o bagaço de malte nas três formas distintas (úmido *in natura*, farinha seca em estufa de ar forçada e farinha liofilizada).
- b) Desenvolver três formulações de biscoitos caninos, cada uma contendo uma das formas de bagaço de malte (úmido, seco e liofilizado).
- c) Realizar a análise centesimal completa (umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos e fibra bruta ou alimentar) dos tipos de bagaço e dos biscoitos formulados.
- d) Avaliar as características físico-químicas dos biscoitos preparados, comparando as formulações entre si e com um biscoito canino comercial de referência.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta à revisão bibliográfica que sustenta o uso do bagaço de malte, resíduo proveniente da indústria cervejeira, como matéria-prima para a elaboração de biscoitos caninos, foco desse estudo, estabelecendo uma conexão com o atual cenário do mercado de alimentação pet. Para isso, fez-se necessário uma pesquisa de mercado sobre o mercado cervejeiro e o mercado de pet food, assim como uma análise de produção do resíduo úmido cervejeiro e de suas características nutricionais relatadas em pesquisas científicas.

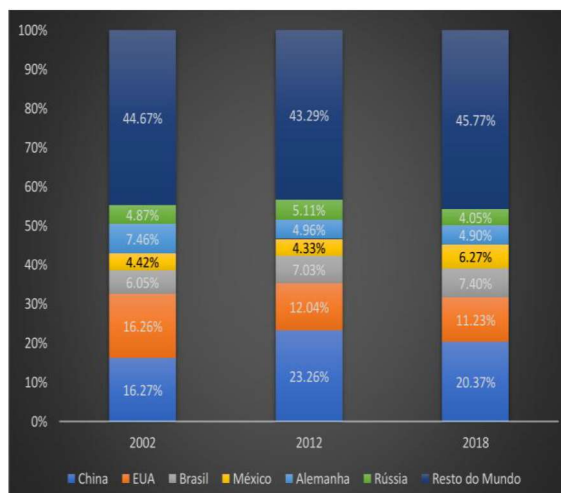
3.1 MERCADO CERVEJEIRO

De acordo com dados levantados dos relatórios dos anos de 2012, 2018 e 2019 da Kirin Beer University Report, a produção de cerveja está mais concentrada na Ásia, detentora de 32% do total mundial, ocupando o primeiro lugar por 10 anos consecutivos, enquanto logo atrás, segue a Europa com uma contribuição de 27,3%. A terceira posição fica com a América do Sul e Central, que em conjunto somam 19,3% do volume global de produção. Em seguida, a América do Norte detém 12,4% da produção, enquanto a África, Oceania e o Oriente Médio participam da distribuição em parcelas de 7,4%, 1,1% e 0,6%, respectivamente.

Em relação ao mercado nacional, o crescimento e aceitação da cerveja no Brasil se deu de forma acentuada, tornando o país o terceiro maior produtor da bebida no mundo em 2021, com 14,3 bilhões de litros produzidos, estando atrás apenas dos Estados Unidos com 20,3 bilhões e da China com 35,9 bilhões (Barthhaas, 2021). A Figura 1 mostra dados de comparação de produção global de cerveja com seus principais produtores.

A quantidade de cervejarias registradas no mercado brasileiro apresentou um crescimento exponencial nos últimos 20 anos. No ano 2000, o país tinha apenas 40 estabelecimentos registrados, alcançando um total de 1549 cervejarias no final de 2021, registrando um aumento de mais de 38 vezes (Lima, 2023).

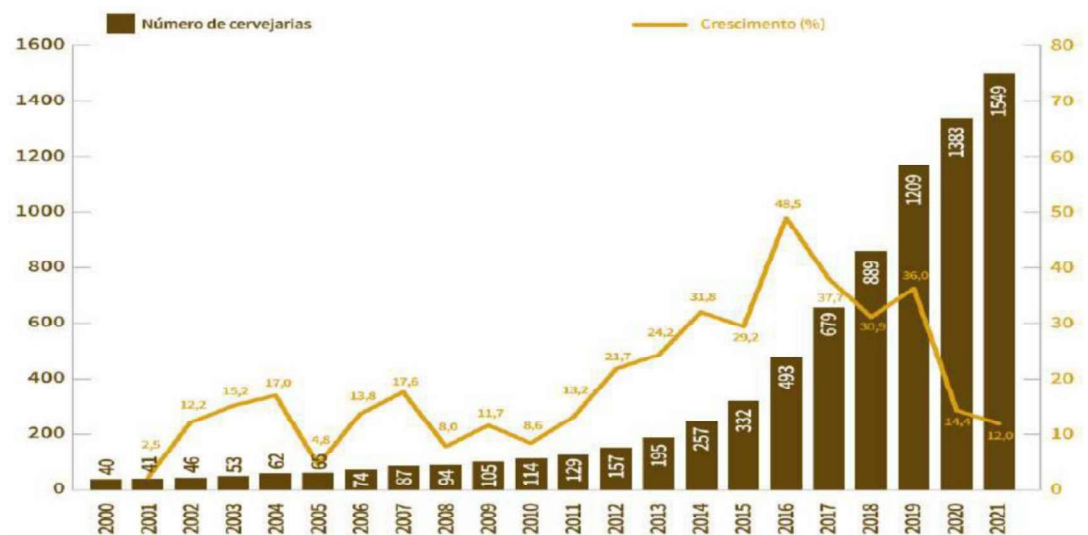
Figura 1– Gráfico de Produção Global de Cerveja



Fonte: Carvalho, 2022.

O gráfico da Figura 2, extraída do Anuário da Cerveja de 2021 (MAPA, 2021), demonstra o constante crescimento desse setor entre os anos de 2000 e 2021. Aliado ao aumento na produção da bebida, o aumento na quantidade de resíduos gerados, especialmente o bagaço de malte, também apresenta crescimento exponencial, destacando a importância do estudo de rotas de reaproveitamento de tal resíduo.

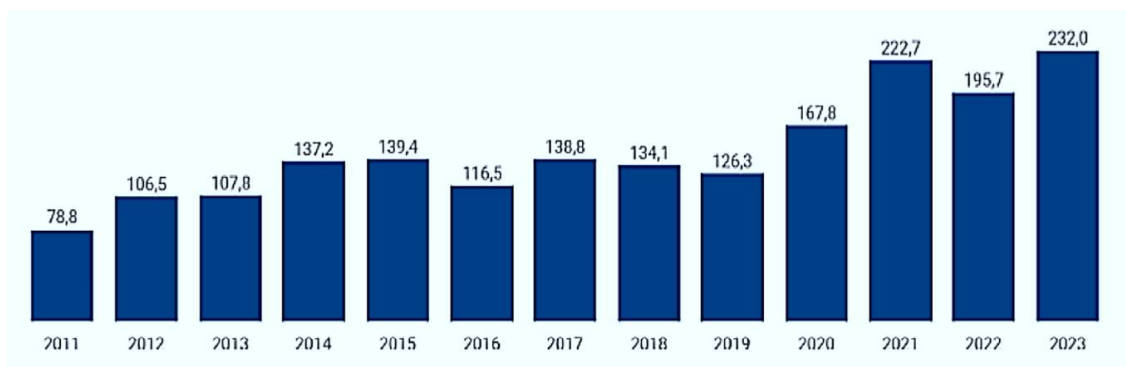
Figura 2- Número de cervejarias registradas no período de 2000-2021 no Brasil



Fonte: MAPA, 2021.

Ademais, segundo MAPA (2024), o Brasil, em 2023, registrou um aumento de 18,6% no volume das exportações de cerveja em relação ao ano de 2022, tornando-se o maior volume exportado desde 2011. Na Figura 3 é possível verificar o crescimento do volume de cerveja exportada no período de 2011 a 2023, confirmando o esperado, que o mercado cervejeiro nacional gera bastante subprodutos diante a sua grande produção.

Figura 3- Exportação de cerveja brasileira entre 2011-2023 (em milhões de litros)



Fonte: MAPA, 2024.

3.1.1 Produção de cerveja

De acordo com a legislação brasileira, cerveja é definida como “Cerveja é a bebida resultante da fermentação alcoólica do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção, adicionada de lúpulo ou extrato de lúpulo” (BRASIL, 2025). Os principais ingredientes utilizados para a produção da cerveja são a água, o malte, o lúpulo e a levedura (Morado, 2011). A Figura 4 ilustra as principais matérias-primas da produção da cerveja.

Figura 4- Matérias primas utilizadas na produção de cerveja



Fonte: Adaptado de Bamforth (2017)

Em relação à classificação, as cervejas podem ser divididas em dois tipos, dependendo do seu grau de fermentação: ale, na qual a fermentação ocorre em temperatura na faixa entre 7 e 15 °C, fermentando e maturando durante 7 a 10 dias e as lager, em que a temperatura de fermentação mais elevada, na faixa de 18 a 22 °C e o tempo da fermentação e maturação de 3 a 5 dias (Araujo, Silva e Minim, 2003).

Cerca de 90% da composição em massa da cerveja é representada pela água, exercendo uma grande influência na qualidade e nas propriedades do produto final (De Keukelerie, 2000).

Segundo Machado (2017) o malte é o termo utilizado para designar a matéria prima proveniente da germinação de cereais, sendo a principal fonte de carboidratos, proteínas e lipídeos da produção da cerveja. No caso de cervejas artesanais, os maltes mais comuns são os provenientes da cevada e do trigo, que conferem propriedades diferenciadas quando comparada com as grandes cervejarias que adotam a inclusão de maltes de arroz, centeio ou milho para reduzir custos (Carvalho, 2007).

O lúpulo, ingrediente de extrema importância na produção das cervejas, é a flor seca de plantas da trepadeira *Humulus Lupulus L.* sendo essencial não somente pelos aspectos de amargor do produto, como também na retenção da espuma (Silva & Faria, 2008).

As leveduras são os microrganismos responsáveis por realizar todo o processo de consumir os açúcares disponíveis no mosto, provenientes do malte, e transformá-los em álcool. O fermento mais utilizado nas produções cervejeiras é a levedura *Saccharomyces*, com cepas de alta e baixa fermentação, a *Saccharomyces cerevisiae* e a *Saccharomyces uvarum*, respectivamente (Oliveira, 2011).

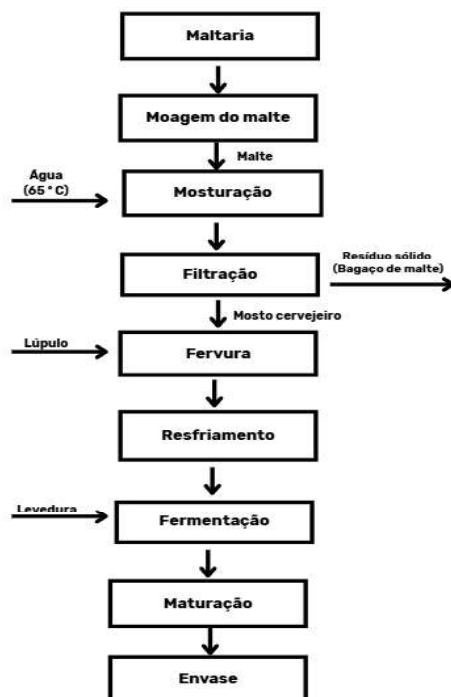
Conforme Venturini Filho & Cereda (2001), o processo de produção de cerveja pode ser dividido em: sanitização do material, moagem do malte, mosturação, filtração do mosto, fervura do mosto, tratamento do mosto, fermentação, maturação, carbonatação e envase, como pode ser observado na Figura 5.

As principais etapas de obtenção do malte (maltaria) são a limpeza e a seleção de grãos, embebição, germinação e secagem do malte. É feita a limpeza para retirar todas as impurezas seguida de uma seleção de acordo com o tamanho, para obter-se a uniformidade do malte.

Após seleção das sementes, estas são armazenadas em silos e enviadas aos tanques de embebição, adicionando água para obter um teor de umidade de 45% em

relação ao seu peso, sob condições controladas de temperatura e oxigênio, até que haja broto das radículas 20 20 (germinação). Após, o excesso de água é retirado e a cevada germinada é enviada para fornos de secagem. A umidade final do grão fica em torno de 5% (Pessoa, 2011; Ferreira, 2017).

Figura 5- Fluxograma da produção de cerveja



Fonte: Autoria própria, 2025.

Na etapa de moagem, o grão do malte é triturado com o objetivo de romper sua casca, expondo, assim, o endosperma, que é a porção interna no grão. Em seguida, há a desintegração total do grão, o que proporciona a ativação das enzimas, que convertem suas reservas de amido e proteína em açúcares e aminoácidos (Palmer, 2006; Hughes, 2014).

A brassagem tem como objetivo converter o amido do malte em açúcares fermentescíveis por meio da ação das enzimas, principalmente a alfa-amilase e a beta-amilase adicionadas à água quente, do próprio malte. Durante esse processo, as enzimas ajudam a solubilizar componentes inicialmente insolúveis, favorecendo a gelatinização, processo de rompimento dos grânulos dos amidos para exposição de suas moléculas internas, e a posterior hidrólise do amido e dos açúcares (Messerschmidt, 2015; Pimenta *et al.*, 2020).

Segundo Oliveira (2019) existem oito tipos diferentes de malte, sendo eles: pilsen, pale ale, caramelo, chocolate, defumados e escuros e suas especificações estão citadas no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1 – Tipos de malte na produção de cerveja e suas características

Tipo de malte	Características
Pilsen	Este tipo de malte é o mais utilizado nas indústrias cervejeiras, por possuir a coloração clara e muitas enzimas e açúcares, que facilitam o processo de fermentação.
Pale Ale	O malte Pale Ale possui menos enzimas quando comparado ao Pilsen, uma coloração mais escura e o sabor adocicado. Tipo de malte utilizado na cervejaria onde o bagaço de malte usado na pesquisa foi coletado.
Caramelo	As cervejas produzidas com este tipo de malte possuem diversas colorações dependendo da quantidade de malte inserida na cerveja, podendo variar de cores claras até tons mais escuros, possuindo um sabor mais amargo.
Chocolate	Este tipo de malte possuem uma coloração escura, lembrando o amargo do próprio chocolate.
Defumados	O malte defumado possui aroma amadeirado por conta da defumação com a madeira, apresentando coloração escura e sabor altamente amargo para a cerveja.
Escuros	Os maltes escuros passam por um processo de quase queima do grão, em temperaturas elevadas, fazendo com que quase todas as enzimas sejam queimadas, adquirindo um sabor mais intenso.
Centeio, trigo e aveia	Estes maltes são incorporados na cerveja para o enriquecimento dos sabores e texturas da bebida.
Pretos e torrados	Possuem maior sabor concentrado por serem totalmente queimados, apresentado a coloração mais escura dentre as cervejas.

Fonte: Oliveira, 2019.

Após o preparo, o mosto é resfriado e filtrado para a retirada dos resíduos dos grãos de malte e adjunto. A parte sólida retida é chamada de bagaço de malte, é o resíduo, o qual foi utilizado na formulação dos biscoitos nesse trabalho (CETESB, 2005; Pessoa, 2011).

A fervura do mosto tem por finalidade a desnaturação proteica, concentração e esterilização, bem como eliminar os compostos sulfurados e a Reação de Maillard, que leva ao escurecimento do mosto. O lúpulo é adicionado na etapa de fervura em dois momentos: no início, com a finalidade de proporcionar o amargor à cerveja, e na etapa final, com o objetivo de garantir o aroma e sabor da bebida (Papazian, 2014; Miashiro, 2021).

Vale ressaltar que o lúpulo é tóxico para cães e sua ingestão tem sido associada ao desenvolvimento de hipertermia maligna, elevação extremamente rápida da temperatura corporal, seguida de alguns sinais clínicos como ansiedade, taquicardia, taquipneia, dores abdominais e convulsões (Cortivonis & Caloni, 2016). Portanto, apesar de não ser comum na produção de cerveja, a verificação se houve contato entre o lúpulo e o resíduo úmido de cerveja foi essencial para o início da pesquisa.

Depois da preparação do mosto, inicia-se a fermentação, a principal etapa da produção da cerveja. Ela é dividida em duas etapas, aeróbia e anaeróbia. O processo de fermentação dura de 6 a 9 dias, tendo ao final do processo uma grande quantidade de CO₂, que são retirados por meio do processo de purificação. Após a fermentação, tem-se a cerveja verde, com grande quantidade de microrganismos e substâncias indesejáveis, que para remoção, é feita a maturação (Ferreira, 2017; Pessoa, 2011).

Para cada estilo de cerveja, tem-se um tempo de maturação. Para as cervejas tipo ale, de alta fermentação, a etapa de maturação dura em torno de 10 dias. A partir desse ponto, a cerveja está quase pronta para envase. Antes desta etapa final, uma pequena quantidade de açúcar fermentável, como a sacarose, é adicionada, em um processo conhecido como priming, com a finalidade de auxiliar na carbonatação da cerveja, pois as leveduras residuais dão início a uma refermentação na garrafa, gerando gás carbônico (CO₂) e a conseqüente carbonatação da cerveja (Palmer, 2006).

3.1.2 Bagaço de malte

O bagaço de malte (BSG) representa cerca de 80% dos resíduos gerados na indústria cervejeira, sendo sua produção estimada em 14 a 20 kg produzidos para a cada 100 litros de cerveja (Cordeiro, 2011; Mussatto *et al.*, 2008). No ano de 2022, foram produzidos aproximadamente 39 milhões de toneladas de bagaço de malte no

mundo. No Brasil, a produção desse resíduo foi de 1,7 milhões de toneladas nesse mesmo ano. O resíduo gerado normalmente é descartado ou destinado a fazendas, sendo usado como ração para gado ou fertilizante (SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA, 2023; Santos & Ribeiro, 2005).

Alguns dos impactos associados ao descarte inadequado desse resíduo incluem a contribuição para o aquecimento global, devido a sua decomposição e produção de metano, assim como a contaminação de solos e águas, em virtude de seu elevado teor de umidade que contribui para a produção de chorume (Figueiredo, 2023).

O bagaço de malte é composto por fibras alimentares, constituídas em maior parte por hemicelulose (35%), celulose (20%), lignina e gorduras (ambas em cerca de 10%), além de proteínas, açúcares (glicose, xilose e arabinose), vitaminas e minerais (biotina, colina, ácido fólico, niacina, ácido pantotênico, riboflavina, tiamina, piridoxina, cálcio, silício, magnésio e fósforo) (Lavich & Basso, 2017). A Tabela 1 mostra os resultados das caracterizações químicas do bagaço de malte em vários estudos, em base úmida e base seca.

Tabela 1- Caracterização química do bagaço de malte oriundo de cervejarias

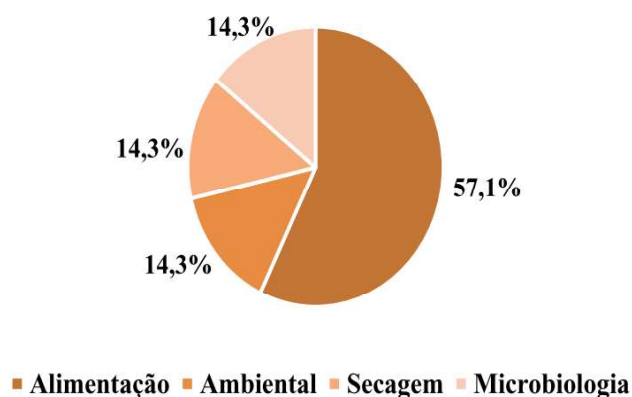
Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídios	Fibra Bruta	Referência Bibliográfica	Unidade
75,45	1,29	5,37	2,43	3,98	Cordeiro (2011)	g.100g ⁻¹ (úmido)
73,50	0,76	3,71	1,36	-	Miranda <i>et al.</i> (2023)	% (úmido)
74,70	0,80	4,75	1,79	5,13	Kuiavski <i>et al.</i> (2020)	% (úmido)
-	3,17	14,30	7,70	12,65	Ferreira <i>et al.</i> (2020)	g.100g ⁻¹ (seco)
-	3,40	12,50	5,90	27,00	Teixeira <i>et al.</i> (2018)	% (seco)
-	4,10	23,40	7,70	17,6	Weege <i>et al.</i> (2017)	g.100g ⁻¹ (seco)

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Desse modo é possível afirmar que o bagaço de malte possui em sua maior parcela proteínas e fibras, tornando-o um subproduto rico em nutrientes. Segundo Lorenci Vian *et al.* (2022), de modo geral o BSG, dada a sua composição, pode ser reutilizado em diferentes aplicações, entre elas: na nutrição humana, na nutrição animal, na produção de carvão ativado, na produção de polímeros biodegradáveis, extração de compostos fenólicos, entre outros.

De acordo Tombini *et al.* (2021), com o levantamento de 14 patentes, observou-se que o maior número de patentes se encontra na área de aplicação para alimentação humana e animal, representado 57,1% do total das patentes estudadas, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6- Classificação das patentes por área de aplicação



Fonte: Tombini *et al.* (2021)

No entanto, devido ao elevado teor de umidade, o período para consumo in natura é reduzido, pois o transporte a longas distâncias e o armazenamento são comprometidos (Ascheri *et al.*, 2007). A estabilização do bagaço de malte é crucial para seu armazenamento e uso eficiente em aplicações alimentícias, entre as tecnologias de preservação mais comuns estão vários métodos de secagem, essenciais para reduzir o crescimento microbiano e a degradação enzimática, como a liofilização, o congelamento e a secagem em forno (Nyhan *et al.*, 2023)

3.2 MERCADO PET NO BRASIL

Nessa seção são apresentados dados de pesquisa de mercado sobre o mercado pet, principalmente sobre pet food, no Brasil. Ademais, informações acerca da legislação brasileira vigente sobre produção de comida para animais, assim como estudos sobre a utilização do bagaço de malte na alimentação animal e humana e seus benefícios na saúde.

3.2.1 Pet food

Segundo dados de mercado da ABINPET & INSTITUTO PET BRASIL (2024), com uma população de pet estimada em 160,9 milhões, sendo a maioria composto por cães, o Brasil é o terceiro principal mercado de pet no mundo, faturando cerca de R\$ 68,7 bilhões em 2023, onde cerca de 55,5% foram derivados do setor de pet food.

A pandemia, em especial, acentuou a busca por companhia, afetividade e bem-estar emocional, elevando a adoção de pets e, conseqüentemente, o consumo de produtos e serviços especializados. Segundo levantamento do Instituto Pet Brasil (2023), houve um aumento de 30% no número de adoções durante o período pandêmico, acompanhado pela valorização de segmentos como alimentação premium, serviços de saúde veterinária e tecnologia voltada ao bem-estar animal (Fêo, 2025).

O segmento de alimentação (Pet Food) é o mais representativo em termos de faturamento. Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET, 2024), o setor de alimentação respondeu por aproximadamente 54,1% do faturamento total do mercado pet brasileiro em 2023. Esse segmento engloba rações secas, úmidas, dietas terapêuticas, suplementos nutricionais e petiscos funcionais.

De acordo com a ABINPET (2019), a segmentação de produto para alimentação de cães e gatos podem ser delimitados, quanto aos aspectos técnicos em: alimento completo, alimento coadjuvante, alimento específico, produto mastigável, suplemento, aditivo e coadjuvantes tecnológicos. As características específicas para cada tipo de alimento estão listadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Características dos alimentos do segmento pet food

Tipo de alimento	Características
Alimento Completo	Produto composto por ingredientes ou matérias-primas e aditivos destinado exclusivamente à alimentação de animais de estimação, capaz de atender integralmente as exigências nutricionais, podendo possuir propriedades específicas ou funcionais.
Alimento Coadjuvante	Produto composto por ingredientes ou matérias-primas ou aditivos destinados exclusivamente à alimentação de animais de estimação com distúrbios fisiológicos ou metabólicos, capaz de atender integralmente suas exigências nutricionais específicas, cuja formulação é incondicionalmente privada de qualquer agente farmacológico ativo.
Alimento Específico	Produto composto por ingredientes/matérias-primas ou aditivos destinados exclusivamente à alimentação de animais de estimação com finalidade de agrado, prêmio ou recompensa e que não se caracteriza como alimento completo, podendo possuir propriedades específicas. Os biscoitos caninos se enquadram nessa definição.
Produto Mastigável	Produto à base de subprodutos de origem animal, podendo conter ingredientes de origem vegetal, destinado exclusivamente aos animais de estimação, com objetivo de diversão ou agrado, com valor nutricional desprezível. Suplemento: é a mistura composta por ingredientes ou aditivos, podendo conter veículo ou excipiente, que deve ser fornecida diretamente aos animais para melhorar o balanço nutricional.
Aditivo	Substância, microrganismos ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizado normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios, atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano.
Coadjuvantes tecnológicos	Qualquer substância não consumida por si mesma como produto, porém utilizada intencionalmente na elaboração de produtos ou ingredientes a fim de alcançar um objetivo tecnológico durante o tratamento ou a transformação e que não permanecem no produto.

Fonte: Adaptado de ABINPET (2019).

3.2.2 Legislação brasileira sobre alimentação animal

De acordo com alterações da constituição federal de 1989, mediante a leis, decretos e portarias ao longo dos anos, as principais legislações referentes ao setor pet food estão citados no Quadro 3.

Quadro 3 - Principais legislações referentes ao setor pet food

Tipo de norma	Número e data	Órgão	Ementa
Lei	Lei nº 6.198/74	MAPA	Inspeção e Fiscalização Obrigatórias dos Produtos Destinados à Alimentação Animal.
Lei	Lei nº 14.515/22	MAPA	Moderniza e simplifica os procedimentos de registro e fiscalização de produtos agropecuários.
Decreto	Decreto nº 12.031/24	MAPA	Regulamenta a inspeção e a fiscalização de produtos para alimentação animal.
Instrução Normativa (IN)	IN MAPA nº 110/20	MAPA/SDA	Aprova a Lista de Ingredientes e Aditivos permitidos na alimentação animal.
Instrução Normativa (IN)	IN MAPA nº 30/09	MAPA/SDA	Aprova os Padrões de Identidade e Qualidade para alimentos de cães e gatos.
Instrução Normativa (IN)	IN MAPA nº 4/07	MAPA/SDA	Aprova o Regulamento Técnico sobre Boas Práticas de Fabricação (BPF).
Portaria	Portaria SDA/MAPA nº 1.412/25	MAPA/SDA	Estabelece os Limites Máximos de Micotoxinas em alimentos para cães e gatos.

Fonte: BRASIL, 2025.

O sistema de fiscalização e registros de produtos para alimentação animal é regido pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), por meio da Lei nº 6.198/74, que torna a Inspeção federal obrigatória para todos os produtos destinados à alimentação animal. A aplicação dessa inspeção foi modernizada com a Lei nº 14.515/22 e o Decreto nº 12.031/24, que serviram para detalhar e simplificar o processo de registro dos fabricantes e produtos mantendo a rigidez de garantia de segurança.

As instruções normativas citadas no Quadro 3 se trata de instruções sobre a qualidade do produto animal e seu nível de garantia. A Instrução Normativa (IN) nº 30/09 define os padrões de identidade e qualidade para alimentos de cães e gatos, ditando os níveis de garantia que devem estar constados nos rótulos dos produtos comercializados.

Ademais, a Instrução normativa nº 110/20 determina a lista de ingredientes e ativos permitidos na produção de produtos alimentares destinados a animais. O Apêndice A mostra as delimitações previstas nesta instrução normativa para os ingredientes utilizados na produção do produto foco desse estudo.

Não obstante, a segurança alimentar e processo produtivo também estão previstos nas normas citadas. A Instrução Normativa nº 4/07 estabelece o

Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação, que minimiza riscos de contaminação e a Portaria nº 1.412/25, foca no controle de microtoxinas, substâncias tóxicas produzidas por fungos, na alimentação animal. Considerando a umidade do bagaço de malte, para comercialização de um biscoito canino utilizando desta matéria prima, essas normas legislativas são as essenciais para a produção segura e de qualidade.

3.2.3 Utilização do bagaço de malte na alimentação humana e animal

O BSG é fortemente recomendado para nutrição animal devido às suas propriedades físico-químicas e ao seu potencial para minimizar o impacto ambiental em uma economia circular (Eliopoulos *et al.*, 2022).

O bagaço de malte é um ingrediente valioso para ração animal, especialmente para ruminantes, pois fornece todos os aminoácidos essenciais, principalmente quando combinado com fontes de nitrogênio de baixo custo, como a ureia (McCarthy *et al.*, 2013). Ademais, esse resíduo tem sido utilizado como alimento para diversos animais, incluindo suínos, frangos, cordeiros e bovinos (Boontiam *et al.*, 2022; Pires Filho *et al.*, 2021)

Kruszewski (2008) apud McCarthy (2013), pesquisou o efeito do BSG na produção de leite e nos componentes sanguíneos do gado leiteiro estudado. Para isso, o gado recebeu uma dieta composta de milho moído, silagem de milho, farelo de soja e farelo de trigo, porém no grupo de tratamento, os três últimos ingredientes foram substituídos por resíduos úmidos de cervejaria. O estudo mostrou que o grupo de tratamento apresentou aumento na produção de leite, teor de gordura e sólidos totais do leite, já os componentes sanguíneos dos animais como glicose, colesterol, Na e TAG não foram afetados pela incorporação do resíduo.

Em relação ao uso do bagaço de malte na alimentação de animais de companhia, foco deste estudo, ainda há lacunas de pesquisa e aplicação prática, com poucos estudos focados em pet food, variabilidade nos insumos, gerando uma necessidade de padronização e otimização de processos.

Henríquez (2022) avaliou o efeito da ingestão do extrato de malte (mosto filtrado e concentrado da produção de cerveja) na digestibilidade, palatabilidade, imunidade e microbiota fecal em cães adultos saudáveis. Os resultados indicaram que

a inclusão desse extrato na cobertura do alimento seco e extrusado para cães não alterou o aproveitamento de nutrientes, a produção fecal e o escore fecal dos animais. Porém, modulou a microbiota fecal, aumentando a abundância de bactérias do *cluster Clostridium XIVa*, e do gênero *Faecalibacterium*, ambas produtoras de butirato, um dos principais ácidos graxos do intestino, responsável pelo fortalecimento da barreira intestinal e regulação do sistema imune.

Além disso a adição do extrato de malte promoveu uma possível capacidade imunomoduladora sobre variáveis linfocitárias, ou seja, possui a habilidade de regular o sistema imunológico sobre os linfócitos, que são um tipo de glóbulo branco que incluem células responsáveis por reconhecer e destruir invasores, assim como produzir anticorpos.

De acordo com Eisenhauer *et al.* (2019), os principais efeitos da inclusão de BSG na dieta de cães adultos da raça Beagle, alimentados com ração contendo 7,5% de fibra da dieta total (TDF) proveniente de BSG foram: as fezes apresentaram maior conteúdo de matéria seca, ou seja, sugere-se que a BSG influenciou a consistência/compactação fecal e o seu uso não provocou efeitos adversos de tolerância em sua digestibilidade. Entretanto sua fibra não estimulou de forma expressiva a produção de ácido graxos de cadeia curta em comparação as fibras fermentáveis do bagaço de cenoura.

Portanto, de acordo com o estudo de Oset *et al.* (2025), as frações bioativas extraídas de BSG representam uma alternativa promissora e sustentável para formulação de alimentos funcionais para animais domésticos (pets) e de produção, combinando valor nutricional, com suas concentrações de proteína, aminoácidos essenciais, fibras, minerais, com potencial funcional devido seus antioxidantes, benefícios à saúde, modulação da microbiota e possivelmente redução do uso de aditivos sintéticos.

No entanto, não há muitas pesquisas na área de nutrição de animais de companhia utilizando bagaço de malte em sua formulação. Normalmente, ele é utilizado como matéria prima para produção de rações de ruminantes em sua maioria. Assim como está presente em estudos que tem por objetivo utilizá-lo em alimentação humana, na formulação de sorvetes, barras proteicas, biscoitos, pães, entre outros.

O estudo conduzido por Giuliani *et al.* (2019) investigou a viabilidade técnica e comercial de bolos enriquecidos com fibras, utilizando o bagaço de malte em substituição parcial à farinha de trigo. Três formulações foram testadas (com 25%,

50% e 75% de bagaço de malte). A avaliação sensorial, realizada com 30 provadores não treinados, demonstrou uma aceitabilidade satisfatória para todas as opções. A formulação intermediária, contendo 50% de bagaço de malte, destacou-se como a preferida, atingindo um índice de aceitação de 90%

O estudo de Weege *et al.* (2017) teve como objetivo avaliar os aspectos nutricionais e características funcionais do biscoito feito com adição de bagaço de malte Weizen – que contém Malte Pilsen Alemão Globalmalt, Malte Chateau Wheat Blanc e Malte Chateau Munich. A proporção de malte utilizada foi de 20% de farinha de bagaço de malte em relação à farinha de arroz. O resultado deste experimento foi um biscoito rico em fibras e proteínas. Ele apresentou 7,75% de proteína por 100g e tem 0,28mg/kg de polifenóis, realizando ação antioxidante (Alvim, 2022).

Wust (2018) elaborou e realizou a caracterização físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie utilizando bagaço de malte proveniente da produção de cerveja artesanal. A pesquisa demonstrou a viabilidade técnica dessa incorporação destacando o aumento do teor de fibras e proteínas e, em termos de aceitabilidade, a autora concluiu que as formulações de teores moderados de BSG frequentemente apresentaram aceitabilidade satisfatória pelo público.

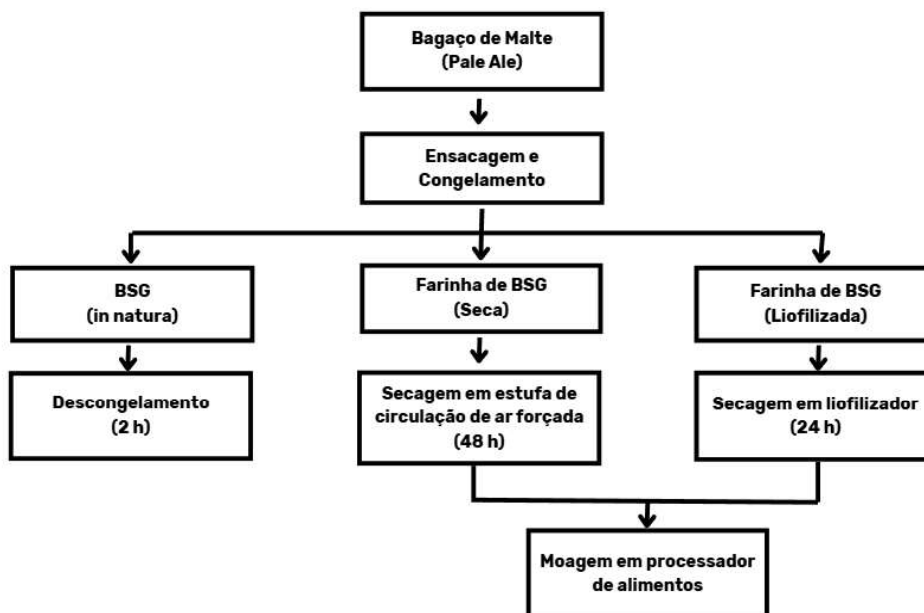
4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi separada em três etapas: a primeira consistiu na preparação da matéria prima (bagaço de malte) por três distintos tratamentos: secagem por circulação de ar forçada, liofilização e congelamento; já a segunda etapa consistiu na formulação dos biscoitos caninos com cada tipo de preparação do bagaço de malte conforme a etapa anterior, e, por último, foi realizada a caracterização físico-química dos produtos formulados.

4.1 PREPARAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

O bagaço de malte (BSG) utilizado neste estudo é proveniente da produção de cerveja Pale Ale e foi gentilmente cedido pela cervejaria artesanal Woman situada no município de Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. A Figura 7 mostra o fluxograma do processo de preparo desse resíduo para a realização de diferentes formulações de biscoitos caninos.

Figura 7 - Fluxograma do processo de preparo do bagaço de malte para as formulações de biscoitos caninos



Fonte: Autoria própria, 2025.

Para a conservação desse material, os grãos foram colocados em sacos herméticos e armazenados a 21°C em freezer até sua utilização. Parte do resíduo foi seco em estufa de circulação de ar forçada por cerca de 48 h até uma umidade de cerca de 5%, enquanto a outra quantidade foi seca por liofilização, pelo um período de 24h, até umidade de 6%.

Ambas as amostras secas foram moídas em um processador de alimentos, modelo FPSTHB2615U-017 da marca Oster. Já o bagaço de malte in natura foi descongelado por 2 horas, em banho maria, para a formulação dos biscoitos caninos.

4.2 FORMULAÇÃO DOS BISCOITOS CANINOS

Os ingredientes utilizados para a formulação dos biscoitos foram: bagaço de malte úmido (BMU), farinha de bagaço de malte seca por estufa de circulação de ar forçada (FS), farinha liofilizada de bagaço de malte (FL), água, goma xantana, essência de baunilha, bicarbonato de sódio, ovo e farinha de trigo integral. As diferentes formulações foram preparadas com o objetivo de avaliar a influência do bagaço de malte, em suas diferentes formulações, nas características do biscoito produzido.

Para comparação, as características físico-químicas, estruturais e também visuais dos biscoitos preparados foram comparados com biscoito comercial, que continha, conforme informações em seu rótulo: farinha de trigo, proteína isolada de suíno, ovo desidratado – proveniente de galinhas livres de gaiolas, albumina, leite desnatado em pó, quirera de arroz, amido de milho, dextrina, fibra de trigo, colágeno hidrolisado, aveia (5%), maçã (purê – 4,0%), gordura suína, antioxidantes BHA e BHT (0,012%), bicarbonato de sódio, carbonato de cálcio, hidrolisado de fígado de suíno.

A escolha por esse produto comercial como referência foi devido ao fato de que se trata de um biscoito natural com baixo teor de sódio, sem corantes, aromatizantes

artificiais, transgênicos e adição de açúcares.

Os biscoitos formulados F1, F2 e F3 foram feitos com a FS, o BMU e a FL (Figura 8 a – c), respectivamente e suas composições, em porcentagem, foram adaptadas de Chaves (2022). A Tabela 2 apresenta a composição dos ingredientes utilizados em cada formulação. Para F2, devido à umidade do bagaço de malte, não foi utilizado água na preparação do biscoito.

Figura 8 - Bagaço de malte utilizado na formulação dos biscoitos (a) farinha seca (FS). (b) bagaço de malte in natura (BMU). (c) farinha liofilizado (FL)

(a) farinha seca (FS) (b) bagaço de malte in natura (BMU) (c) farinha liofilizado (FL)



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Tabela 2 - Formulações F1, F2 e F3 dos biscoitos caninos

Ingredientes	F1	F2	F3
Bagaço de malte (%)	27,28	27,28	27,28
Farinha de trigo integral (%)	21,60	21,60	21,60
Água (%)	47,83	-	47,83
Ovo (%)	2,77	2,77	2,77
Goma xantana (%)	0,34	0,34	0,26
Bicarbonato de sódio (%)	0,16	0,16	0,16
Essência de Baunilha (%)	0,02	0,02	0,02

Fonte: Adaptado de Chaves, 2022.

Os ingredientes foram separados, pesados e colocados em vasilhas. Após a pesagem, o bagaço de malte preparado para cada formulação foi misturado com farinha de trigo integral, goma xantana e bicarbonato de sódio, posteriormente foi acrescentado o ovo e a essência de baunilha. A água foi acrescentada aos poucos até que a massa ter completa coesão dos ingredientes. Após, colocou-se a massa em uma superfície de aço inox para ser aberta com um rolo culinário, que passou pela moldagem em um cortador em formato de “ossinho de cachorro” de 4 cm.

Os biscoitos foram desmoldados, dispostos em formas de aço forradas com papel manteiga e assados em forno doméstico da marca Esmaltec em 180°C. Esses foram assados nos em 20 minutos, 40 minutos e 60 minutos para delimitar o melhor tempo de assamento dos biscoitos caninos conforme a preparação do bagaço de malte.

4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

4.3.1 Determinação de umidade

A determinação da umidade foi feita a partir de metodologia adaptada do Instituto Adolfo Lutz (IAL) e do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Foram pesados 5 gramas de cada amostra de biscoito formulada em uma cápsula de porcelana previamente tarada a 105°C. Em seguida, as cápsulas foram colocadas em estufa, mantida a 105°C, até o peso constante das amostras e o teor de umidade de cada amostra foi calculada conforme a Equação 1.

$$\text{Umidade a } 105^{\circ}\text{C}\% = \frac{(A-B) \times 100}{PA} \quad (1)$$

Em que: A: Peso da cápsula mais amostra úmida (g);

B: Peso da cápsula mais amostra seca (g);

PA: Peso da amostra (g).

4.3.2 Determinação de cinzas

Para a realização da análise de cinzas, o método utilizado foi definido pelo Instituto Adolfo Lutz com algumas alterações. Após a determinação da umidade, as amostras foram colocadas na mufla a 505°C, resfriadas em dessecador até

temperatura ambiente e pesadas até obterem peso constante. Na Equação 2 mostra como foi feito esse cálculo.

$$\text{Cinzas \%} = \frac{(A-B) \times 100}{PA} \quad (2)$$

Em que: A: Peso da cápsula mais cinzas (g);

B: Peso da cápsula vazia (g);

PA: Peso da amostra (g).

4.3.3 Determinação de Lipídios

A determinação de lipídios foi feita empregando o método de Soxhlet, conforme as instruções dadas por Filho *et al.* (2013), também adaptadas pelo Instituto Adolfo Lutz. Pesou-se de 2 a 5 g das amostras em papel filtro duplo. Transferiu-se o papel filtro amarrado para o extrator tipo Soxhlet e acoplou-se nele um balão de fundo chato previamente tarado a 105°C. Adicionou-se o éter de petróleo PA em quantidade suficiente, adaptou-se um condensador, manteve-se sob aquecimento em chapa elétrica por aproximadamente 6 horas. Após isso, os balões foram resfriados em dessecador até temperatura ambiente e pesados, a Equação 3 mostra como foi feito o cálculo para determinar o percentual de extrato etéreo.

$$\% \text{ Lipídeos} = \frac{(A-B) \times 100}{PA} \quad (3)$$

Em que: A: Peso do balão mais lipídios (g);

B: Peso do balão vazio (g);

PA: Peso da amostra (g).

4.3.4 Estimativa de Proteínas e Fibras

O teor de proteína, assim como das fibras brutas das amostras, foi calculado, no Apêndice B, utilizando a Equação 4, utilizando a metodologia padrão de composição centesimal (Instituto Adolfo Lutz, 2008) e os dados de composição dos

ingredientes baseados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA).

$$Teor (\%) = \sum_i \frac{massa_i \times \%teor}{Massa\ total\ da\ amostra} \times 100 \quad (4)$$

Em que: Teor (%): teor total de proteína da amostra;

massa_i: massa do ingrediente (g);

%teor_i: percentual de proteína do ingrediente em base seca (%);

massa total da amostra: massa total do biscoito canino (g).

4.3.5 Estimativa de Carboidratos

Foi determinado por estimativa conforme a Equação 5, utilizado o método Weende, em que 100 é subtraído pelo número de cinzas, lipídeos, proteínas, umidade e fibras brutas, para chegar ao valor de carboidrato (Genro & Orqis, 2008).

$$\%Teor\ Carboidrato = 100 - \sum Teor\ \%_i \quad (5)$$

Em que: $\sum Teor\ \%_i$: Soma dos teores obtidos de número de cinzas, lipídeos, proteínas, umidade e fibras brutas para cada amostra.

4.3.6 Valor Energético Total

Para determinação do valor energético, utilizou-se a Equação 6, definida no livro *Canine and Feline Nutrition*, direcionado à nutrição de cães e gatos. O cálculo é o mais utilizado na determinação do valor energético observado em rótulos de alimentos destinados a animais domésticos (Case *et al.*, 2011).

$$Me_{diet} (kcal) = (3,5 \times g\ prote\acute{i}na) + (8,5 \times g\ carboidrato) \quad (6)$$

4.3.7 Determinação do Tamanho dos Biscoitos

Para determinar as dimensões de comprimento largura e altura dos biscoitos formulados foi utilizado um paquímetro.

4.3.8 Espectrofotômetro FTIR

Tanto os biscoitos caninos formulados quanto o comercial foram triturados e posteriormente colocados no equipamento espectrofotômetro FTIR (modelo Frontier - Perkin Elmer), com uma resolução de 4 cm^{-1} na região do infravermelho no comprimento de onda de $600\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$, efetuando 32 scans por amostra com o objetivo de analisar seus componentes químicos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo destina-se a apresentar e discutir os dados obtidos no estudo, cujo objetivo principal foi desenvolver e caracterizar tecnicamente um biscoito canino funcional a partir do reaproveitamento do bagaço de malte, avaliando sua viabilidade técnica.

5.1 PREPARAÇÃO DOS BISCOITOS

Os biscoitos caninos foram formulados utilizando o bagaço de malte submetido a diferentes pré-tratamentos. A determinação da umidade percentual para as amostras da farinha seca por circulação de ar forçada (FS), farinha liofilizada (FL) e o bagaço de malte in natura (BMU) mostrou a esperada variação significativa dos resultados, sendo esses: 4,4%, e 5,8% e 77,8%, respectivamente. O BMU apresentou teor de umidade próximo a valores observados na literatura, tanto Cordeiro (2011) quanto Kuyavski *et al.* (2020) obtiveram valores de umidade em base úmida em torno de 70 a 80%.

Apesar de ser um ingrediente permitido na fabricação de alimentação animal de acordo com a Instrução normativa de MAPA nº 110/20, a farinha de bagaço de malte não consta no Manual de Pet Food da Anbipet (2025), que cita os limites aceitáveis de parâmetros físicos e nutricionais na elaboração de comidas para animais domésticos.

Desse modo, utilizou-se a farinha de trigo como base para verificar se as farinhas desenvolvidas neste estudo estão de acordo com os parâmetros necessários desse tipo de ingrediente na produção dos biscoitos caninos. Notou-se que o ingrediente base possui um limite máximo de umidade permitido de 70 a 150 g/kg, ou seja, em porcentagem, 7% a 15%, portanto os pré-tratamentos do bagaço de malte estão em consonância com o esperado pela legislação vigente.

Os biscoitos formulados com farinha seca (F1), com bagaço de malte in natura (F2) e por farinha liofilizada (F3) podem ser vistos na Figura 9 (a – c).

Figura 9 - Biscoitos caninos formulados com bagaço de malte

(a) F1. (b) F2 e (c) F3

a) Biscoito formulado com farinha seca de bagaço de malte (F1)



b) Biscoito formulado com bagaço de malte in natura (F2)



c) Biscoito formulado com farinha liofilizada (F3)



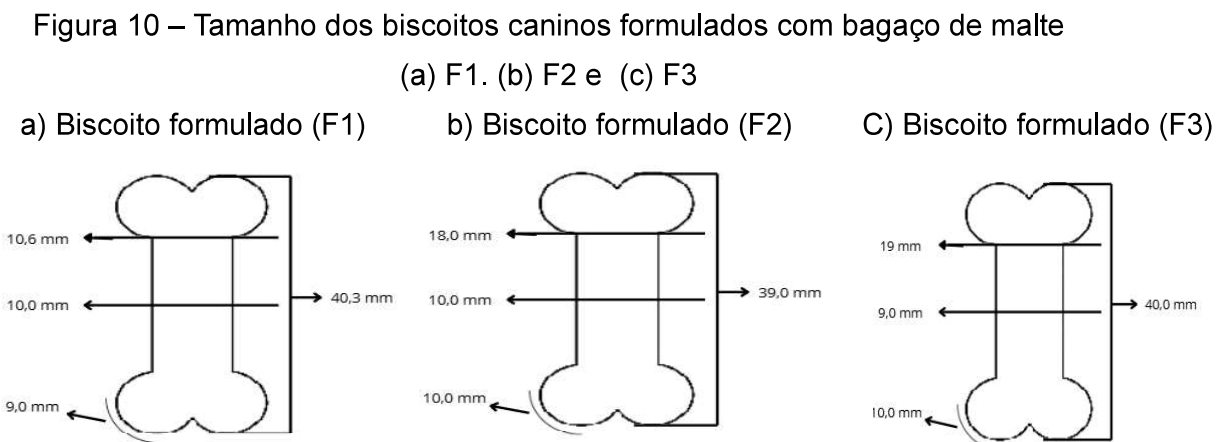
Fonte: Aatoria Própria, 2025.

A variação de cor entre os biscoitos formulados (F1, F2 e F3) é uma consequência direta do grau de umidade inicial do bagaço de malte. De acordo com Aradwad et al. (2021), as diferenças de cor observadas em produtos formulados com bagaço de malte estão diretamente relacionadas ao tipo de processamento térmico aplicado ao material.

Os autores demonstram que o bagaço de malte apresenta variações significativas nos parâmetros colorimétricos (L^* , a^* , b^*) após diferentes tratamentos, sendo que processos que envolvem calor favorecem o escurecimento devido ao aumento das reações de Maillard entre açúcares redutores e aminoácidos e à formação de pigmentos derivados de compostos aromáticos presentes no malte. Assim, pré-tratamentos como a secagem por ar forçado tendem a produzir farinhas mais escuras, enquanto métodos suaves, como a liofilização, preservam maior luminosidade.

A Figura 10 (a – c) mostra as dimensões dos biscoitos preparados em suas diferentes formulações. As diferenças entre as dimensões dos biscoitos caninos acontecem devido as variações de coesão das massas de acordo com seus ingredientes. A formulação feita utilizando FS ficou mais seca e quebradiça, dificultando o trabalho de moldar e cortar a massa, resultando em dimensões menores que as demais amostras. O biscoito formulado com BMU ficou mais fácil de modelar, entretanto devido a sua elevada umidade teve mais aderência com o cortador de

biscoitos e com o papel manteiga, resultando em maiores dimensões e pesos. Já a elaborada com FL não teve problemas em sua modelagem.



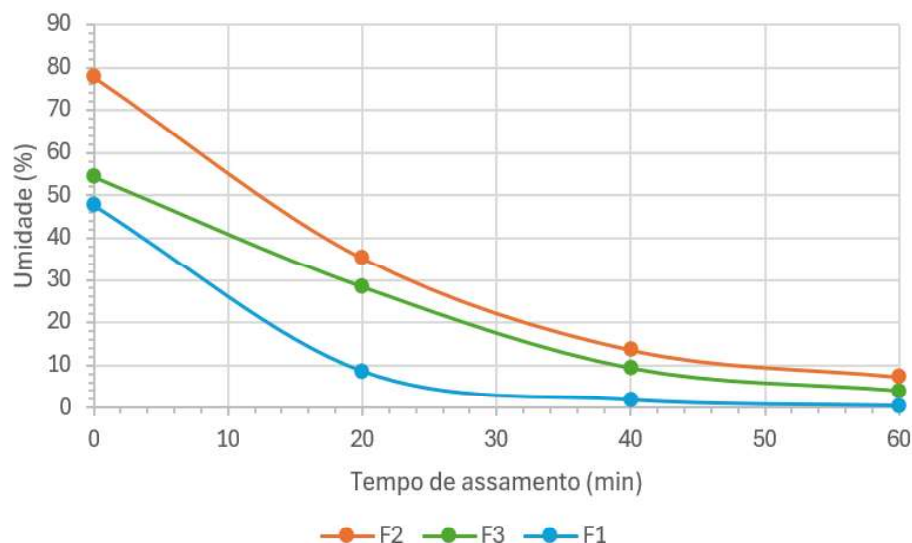
Fonte: Autoria Própria, 2025.

Isso pode ser verificado também mediante as médias de pesos adquiridos nas formulações, o biscoito feito com o bagaço de malte secado em estufa de circulação de ar forçada obteve, em média, um peso de 3,17 g, o feito com bagaço úmido (in natura) obteve uma média de peso com 5,56 g e o formulado com farinha liofilizada obteve em média peso de 5,52 g.

Em relação ao tempo de assamento dos biscoitos, cada formulação ficou de 20 a 60 minutos conforme descrito na seção 4.2. Os resultados da relação de tempo deixado no forno domiciliar a 108°C e a umidade pode ser vista na Figura 11.

De acordo com a ABINPET (2019), os alimentos secos, como os biscoitos caninos, preparados feitos com farelos e outras fontes de nutrientes, devem apresentar umidade não superior a 12%. Como pode ser observado na Figura 11, os tempos de assamento para cada formulação, em virtude da umidade, considerando a umidade final ideal para o produto, diferem entre si. Após 60 minutos em forno a 108°C, todas as amostras apresentaram teor de umidade entre 5 e 9%, valor inferior ao limite máximo recomendado, indicando adequação do produto final.

Figura 11– Gráfico da relação entre o tempo de assamento pela umidade para cada formulação de biscoito canino



Fonte: Autoria Própria, 2025.

A primeira formulação (F1) obteve em 20 minutos uma umidade de aproximadamente 8,6% dentro da faixa esperada para alimentos secos. Após esse tempo passou a apresentar características de aparência e cheiro de massa queimada. A segunda formulação (F2) com o bagaço úmido apresentou umidade dentro da faixa esperada após 40 minutos, entretanto aos 60 minutos a massa exibiu cheiro de queimado. Por último, a formulação F3 obteve o tempo ideal de assamento em 40 minutos.

A curva de secagem da Figura 11 mostra que o biscoito seco (F1) teve a maior velocidade de assamento da amostra, atingindo a faixa ideal de biscoitos caninos em apenas 20 minutos. A F3 possui uma curva intermediária, em 40 minutos atingiu a umidade desejada, indicando que a matriz liofilizada pode ter uma capacidade de retenção de água superior do que a formulação com estufa de circulação de ar forçada. Já a F2 possui uma secagem mais lenta entre os períodos de 20 a 40 minutos e atingiu um valor mais alto de umidade em relação aos outros biscoitos.

5.2 CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DOS BISCOITOS CANINOS

Os resultados da caracterização nutricional das formulações de biscoitos caninos (F1, F2 e F3) em correlação com o biscoito comercial de controle (BC), tanto

pelos métodos laboratoriais quanto os estimativos citados na metodologia, estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Composições Nutricionais de F1, F2, F3 e BC (g/100g)

Parâmetro	F1	F2	F3	BC
Umidade	8,6%	7,30%	9,31%	3,01%
Cinzas	2,63%	2,19%	2,94%	4,25%
Lipídios	5,58%	3,40%	3,21%	12,50%
Fibras	9,92%	10,06%	9,85%	3,00%
Proteínas	11,43%	11,59%	11,73%	19,00%
Carboidratos	61,84%	65,46%	62,96%	58,24%
Valor Energético Total	562,58 kcal	596,97 kcal	608,21 kcal	532,42 kcal

Fonte: Autoria Própria, 2025.

As diferentes formas de conservação do bagaço de malte exercem impacto direto sobre sua composição química, especialmente devido à sensibilidade dos compostos bioativos às condições de processamento. Métodos que envolvem altas temperaturas, como a secagem por ar quente, podem promover degradação parcial de fenólicos, redução da atividade antioxidante e alterações estruturais em proteínas e fibras. Em contraste, técnicas de conservação que evitam o aquecimento, como a liofilização, preservam melhor a integridade dos constituintes químicos, mantendo maiores teores de compostos antioxidantes e menor modificação das macromoléculas (Nyhan *et al.*, 2023).

Assim, o tipo de pré-tratamento escolhido determina não apenas a estabilidade do bagaço de malte, mas também sua funcionalidade nutricional e tecnológica nas formulações alimentares, isso vai ser mais evidente com os dados registrados de absorvância do FTIR-ATR.

Em geral, todas as formulações obtiveram resultados bons em sua caracterização química, o bagaço de malte contribui com o aumento de fibras, carboidratos e o valor energético total em correlação ao biscoito comercial de referência.

Portanto, é possível inferir que o bagaço de malte traz benefícios digestivos em cães e auxilia na formulação de biscoitos caninos de maior valor agregado e funcionais que não possuem teores de gordura altos e estão na faixa esperada de umidade para evitar contaminação de fungos e bactérias.

Além disso, plotou-se um gráfico com os dados de transmitância (%) e número de ondas (cm^{-1}) obtidos na análise de FTIR, para avaliar as diferenças nos grupos funcionais das amostras em relação ao biscoito comercial. Os resultados estão apresentados na Figura 12.

Para otimizar a interpretação e a comparação entre as amostras, os dados obtidos pelo espectrofotômetro foram convertidos em função da Absorbância (Figura 13), em conformidade com a Lei de Beer-Lambert (Equação 7). A fim de evidenciar as diferenças de concentração dos componentes, o conceito de absorbância é mais eficaz pois ela é diretamente proporcional à concentração do analito de acordo com a Equação 8, também de Beer-Lambert (Holler; Skroog; Crouch, 2009).

$$A = -\log_{10} \left(\frac{\%T}{100} \right) \quad (7)$$

$$A = \varepsilon \times c \times l \quad (8)$$

Em que: A: absorbância (adimensional);

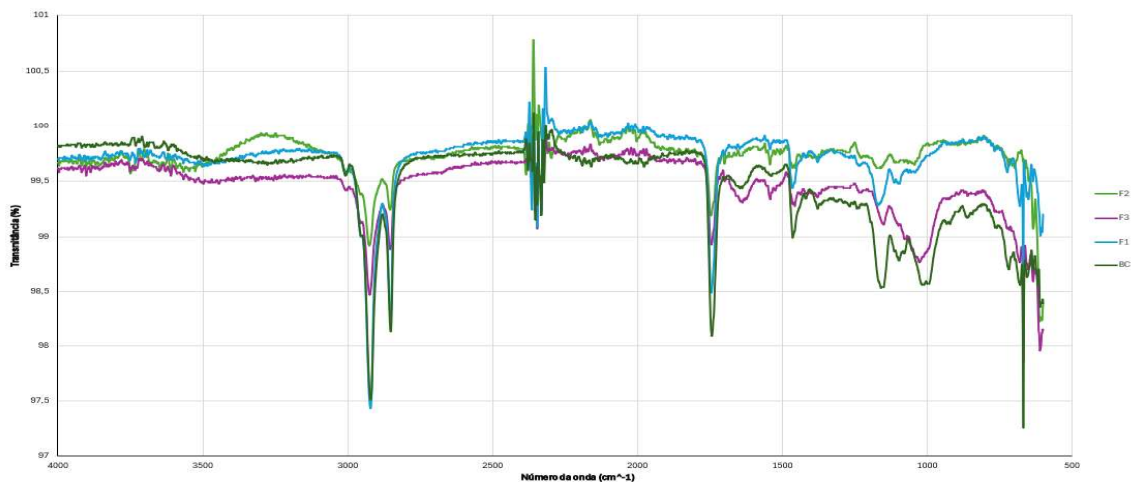
ε : coeficiente molar de absorbância ($\text{mol} \cdot \text{cm}^{-1}$);

c: concentração molar (mol);

l: comprimento de caminho óptico (cm);

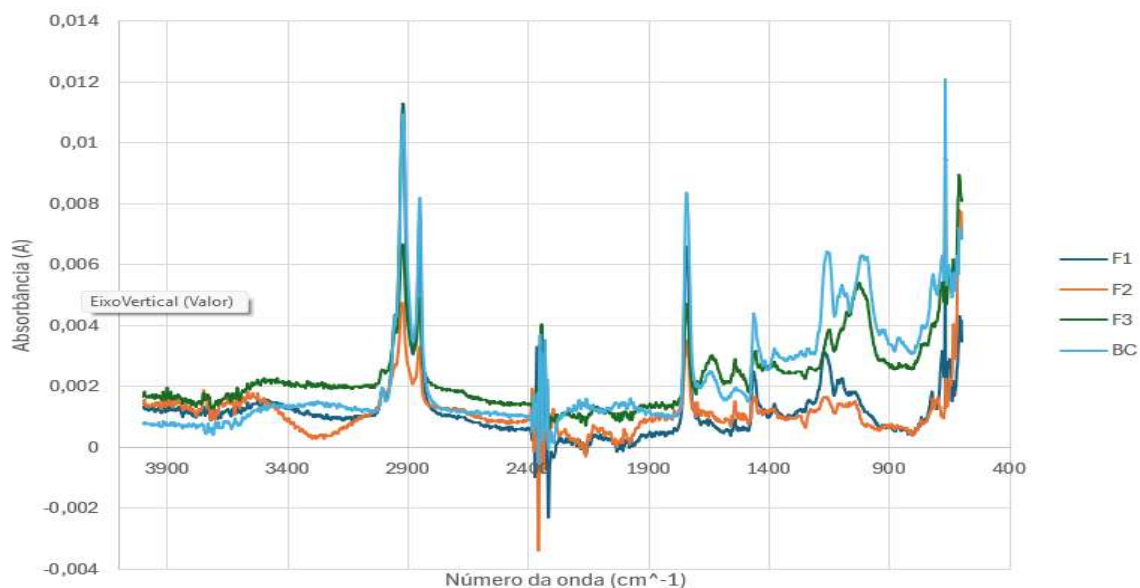
T: transmitância (%)

Figura 12 - Gráfico entre a transmitância (%) e o número de ondas (cm^{-1}) para as formulações F1, F2 e F3 e o controle (BC) dos biscoitos caninos.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 13 - Gráfico entre a absorvância (A) e o número de ondas (cm-1) para as formulações F1, F2 e F3 e o controle (BC) dos biscoitos caninos.

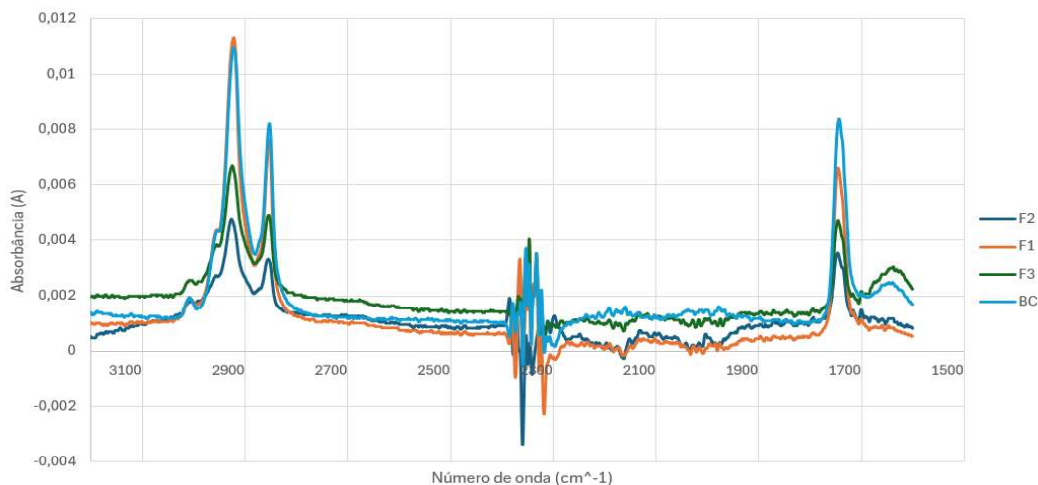


Fonte: Autoria Própria, 2025

A absorvância é linearmente proporcional à concentração molar do composto absorvido em determinadas faixas do espectro infravermelho. Desse modo, quanto maior for a absorvância detectada pelo equipamento, maior será sua concentração molar. Assim, é possível determinar a correlação entre as concentrações molares nas diferentes formulações de biscoitos caninos e o biscoito comercial de referência.

Segundo CIATEJ (2020), o espectro infravermelho da água apresenta dois picos notáveis, um em torno de 1645 cm⁻¹ associado à vibração da ligação H-O-H e um outro pico e amplo localizado em torno de 3350 cm⁻¹, caracterizado pela ligação O-H produzida pelas ligações de ponte de hidrogênio que são geradas quando as moléculas da água interagem entre si. Para uma melhor visualização da variação de umidade entre as amostras plotou-se um gráfico considerando apenas a faixa de número de ondas entre 1600 cm⁻¹ a 3360 cm⁻¹ dos dados obtidos no FTIR (Figura 14).

Figura 14 - Gráfico de absorvância na faixa de número de ondas entre 1600 cm^{-1} a 3360 cm^{-1} das formulações F1, F2 e F3 e o controle (BC) dos biscoitos caninos.



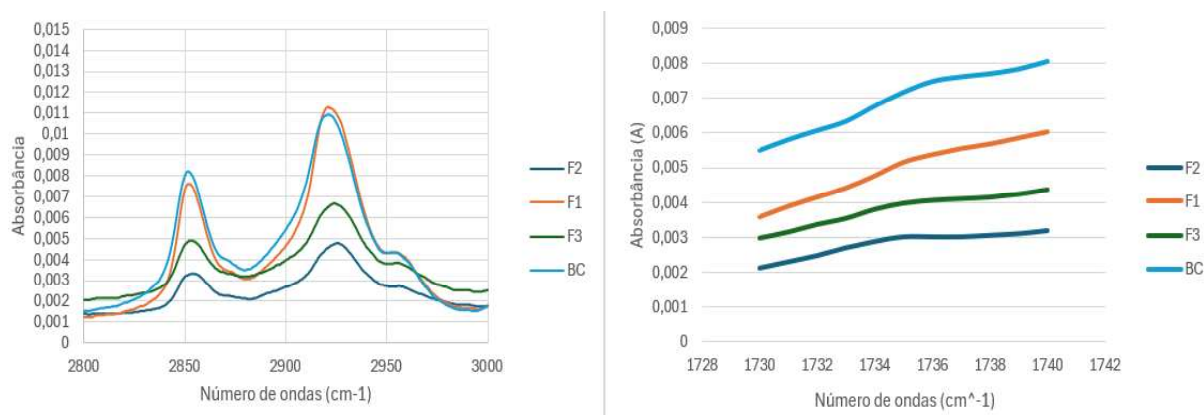
Fonte: Autoria Própria, 2025.

De acordo com a Figura 14, na faixa de aproximadamente 3350 cm^{-1} , a amostra com mais concentração de água foi o biscoito com bagaço de malte liofilizado (F3), seguida do biscoito controle comercial (BC), o biscoito seco (F1) e o biscoito úmido (F2), resultando na mesma sequência de análise na região próxima de 1645 cm^{-1} . Tais resultados diferem dos encontrados pelo método gravimétrico, um dos motivos pelo qual isso acontece é a interferência de outros componentes orgânicos que contenham o grupo -OH, como carboidratos e fibras, na faixa espectral analisada, assim como as divergências dos métodos comparativos.

A espectroscopia no infravermelho permite determinar umidade de forma indireta, relacionando bandas vibracionais características da água com modelos quimiométricos, sem necessidade de remoção física da água. Em contrapartida, a determinação de umidade por gravimetria baseia-se na perda de massa da amostra após secagem controlada, sendo um método direto, simples e amplamente aplicado para alimentos (CIATEJ, 2020, p. 98; AOAC, 2016).

Os lipídeos possuem banda de absorção entre 3000 e 2800 cm^{-1} representando o estiramento assimétrico C-H da vibração da cadeia acila (derivado de um ácido carboxílico), (Difusa; Mohanty; Goud, 2016). A banda de 1730-1740 cm^{-1} também é característica de lipídeos, representando a vibração do estiramento do grupo de funções éster C=O (Giordano *et al.*, 2001; Socrates, 2004). Na Figura 15 foi plotado o gráfico nessas faixas citadas para análise de lipídios.

Figura 15 - Gráfico de absorbância entre 3000 cm^{-1} a 2800 cm^{-1} e de 1730-1740 cm^{-1} das formulações F1, F2 e F3 e BC dos biscoitos caninos.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Pela análise das faixas de absorção das bandas correspondentes aos lipídios, o biscoito comercial (BC) de controle obteve maior destaque nessas bandas características em correlação com as amostras formuladas, no qual é o esperado devido sua maior quantidade de ingredientes em sua formulação que possuem gorduras em sua composição em correlação com os feitos neste estudo. Além disso, em sequência de maior quantidade de lipídios, o biscoito feito com o a farinha seca em estufa de circulação de ar forçada (F1), seguido pelo feito com a farinha liofilizada (F3) e, por último, o com bagaço úmido in natura (F2).

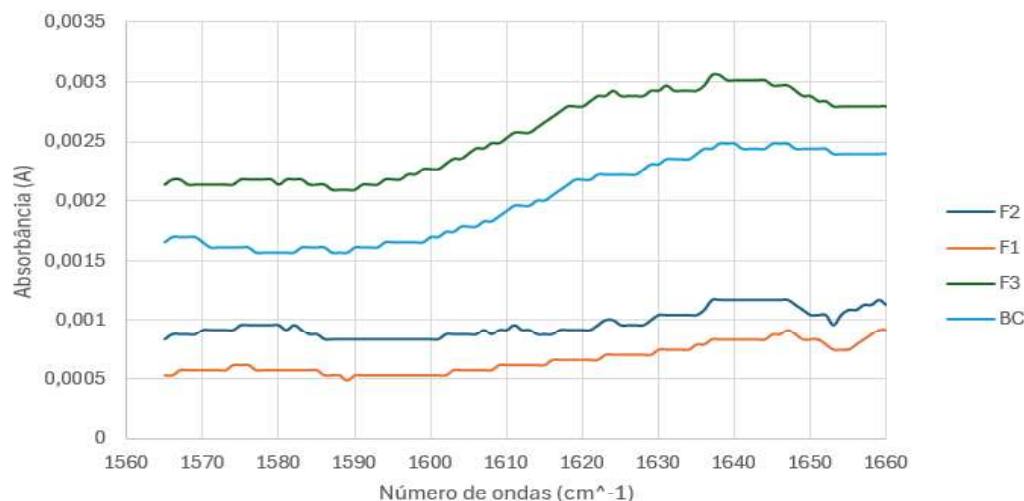
Provavelmente essa diferença de lipídios entre as amostras de biscoitos caninos desse estudo é devido o pré-tratamento do bagaço de malte, os métodos de secagem na estufa de circulação de ar e de liofilização agem em temperaturas opostas uma à outra, deixando as gorduras do liofilizado mais conservadas.

No tratamento por estufa, esses lipídios podem sofrer degradação térmica, gerando compostos voláteis que se perdem na evaporação, podendo resultar na redução da intensidade das bandas características lipídicas no FTIR, assim como a diminuição da concentração de lipídios em relação a amostra liofilizada. Desse jeito, as concentrações de lipídios das amostras formuladas e do biscoito de controle determinadas pelo método de Soxhlet estão na mesma proporção de escala do que os dados obtidos das bandas características pelo FTIR.

Ademais, as bandas mais intensas nos espectros infravermelhos das proteínas são as bandas de amida I e II em aproximadamente 1655 e 1565 cm^{-1} , respectivamente (Socrates, 2004). A banda de amida I é devido principalmente às

vibrações de estiramento da carbonila ligada à amida, e a amida II é relacionada principalmente às vibrações de N-H (Giordano et al., 2001). A Figura 16 mostra o gráfico da absorvância em função desses intervalos de número de ondas.

Figura 16 - Gráfico de absorvância entre 1655 cm^{-1} a 1565 cm^{-1} das formulações F1, F2 e F3 e BC dos biscoitos caninos.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Nessa faixa de comprimento de onda as amostras com maior destaque das bandas características de proteínas são, em sequência: a formulação feita com farinha liofilizada (F3), seguida do biscoito comercial (BC), do biscoito úmido (F2) e, por último, o biscoito seco (F1). Os resultados mostram que o biscoito liofilizado pode ser comparado com o biscoito comercial, com teor equivalente de proteína devido a inserção de bagaço de malte, o componente com maior quantidade na formulação e que possui proteína em sua composição.

Nos cálculos para a estimativa das proteínas dos biscoitos caninos formulados, os valores divergiram com o esperado de acordo com as absorvâncias plotadas do FTIR, pois tratou-se de valores nutritivos teóricos dos ingredientes tirados da literatura.

Além disso, as concentrações de fibras calculados pelo método de estimativa resultaram em valores maiores nas formulações de biscoito canino em comparação ao biscoito comercial. Entretanto, isso não é mostrado nas bandas características da celulose e hemicelulose, entre 1030 e 1050 cm^{-1} , no gráfico de absorvância da Figura 13, assim como não é marcado de na banda de 1730 cm^{-1} de hemicelulose e peptina situada na Figura 14, em que, em ambos os gráficos, o biscoito com delimitação mais

marcante de fibras é o biscoito comercial, seguido da formulação F1, F3 e F2. Portanto para futuras aplicações é necessária realizar ensaios laboratoriais para quantificar esse teor de proteína e o teor de fibras brutas de forma analítica.

Em suma, a caracterização técnica demonstra a viabilidade técnica do desenvolvimento de um biscoito técnico funcional a partir do bagaço de malte. As formulações (F1, F2 e F3) apresentaram um teor de umidade final de F1:5,26%, F2: 13,65%, F3: 14,35%) que se enquadra nos limites estabelecidos pela ABINPET (2019) para alimentos secos (umidade final de 5% a 12%), com exceção das amostras F2 e F3 que ficaram marginalmente acima do limite de 12% em laboratório, mas que demonstraram a capacidade de atingir o ideal de 9% e 12% nos tempos de assamento otimizados.

O objetivo de obtenção de um biscoito funcional foi alcançado, visto que a incorporação do bagaço de malte resultou em teores notáveis, mesmo que teóricos, de proteínas e fibras. A curva de absorvância na faixa estabelecida de amida I e amida II que os biscoitos formulados, principalmente o F3, possuem, proporcionalmente, elevadas concentrações desse nutriente. Ademais a quantidade de valor energético nos biscoitos formulados (F1: 562,58 kcal, F2: 596,97 kcal e F3: 608,21 kcal) estão acima da faixa do valor energético calculado do biscoito comercial (BC: 532,42 kcal), indicando um bom valor energético para biscoitos caninos funcionais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de cerveja no Brasil está em crescimento e necessita de maneiras de reutilizar seu principal resíduo, o bagaço de malte, para adquirir subprodutos de valor agregado. Nesse contexto, a formulação de biscoitos caninos estabelece uma interface entre dois mercados em crescimento, a produção de cerveja e a produção de alimentos para animais domésticos.

O bagaço de malte é rico de componentes nutricionais, especialmente proteínas e fibras, essenciais para a alimentação de pets, como os cães. Entretanto, a principal dificuldade para sua utilização em formulações alimentícias está associada ao elevado teor de umidade e, por isso, nessa pesquisa, realizou-se três pré-tratamentos para conservação dessa matéria prima, esta foi colocada na estufa de circulação de ar forçada, no congelador e no liofilizador para formular os biscoitos F1, F2 e F3, respectivamente, para delimitar as suas diferenças em relação as propriedades nutricionais.

As formulações F1, F2 e F3, que incorporaram o BSG em diferentes pré-tratamentos, atingiram níveis de umidade final condizentes com os padrões da ABINPET para alimentos secos após a otimização dos tempos de assamento. A utilização do subproduto conferiu um perfil nutricional enriquecido, com teores indicados de fibras e proteínas, especialmente na formulação com farinha liofilizada (F3), que demonstrou concentrações proteicas comparáveis ao biscoito comercial de referência, conforme a análise de absorvância do FTIR.

Além disso, os biscoitos formulados apresentaram um valor energético total estimado de biscoito feito com farinha de BSG por circulação de ar forçada, bagaço de malte in natura e farinha liofilizada da matéria prima de: 562,58 kcal, 596,97 kcal e 608,21 kcal, respectivamente, valor superior ao do biscoito de controle (BC: 532,42 kcal). Confirmando seu potencial como petisco canino funcional e de alto valor agregado. Ademais, para futuras proposições, o ideal seria realizar o ensaio de teor de proteína e uma análise sensorial dos biscoitos caninos com cães para delimitar a aceitabilidade do bagaço de malte na alimentação de animais domésticos.

REFERÊNCIAS

- ABINPET** (Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação). **Manual Pet Food Brasil**. 10. ed. São Paulo: ABINPET, 2019.
- ABINPET** (Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação). **Manual Pet Food Brasil**. 10. ed. São Paulo: ABINPET, 2024.
- ALVIM, B. D. **Avaliação do potencial de emprego do bagaço de malte como matéria prima para obtenção de produtos de valor agregado**: uma proposta de um processo industrial baseada na revisão da literatura. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2022.
- ARAÚJO, F. B.; SILVA, P. H. A.; MINIM, V. P. R. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 121-127, 2003.
- BAMFORTH, C. W. Progress in brewing science and beer production. **Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering**, Palo Alto, v. 8, n. 1, p. 161–176, 2017.
- BARTHHAAS. **BarthHaas Report 2021/2022**. [S. l.: s. n.]. Disponível em: <https://www.hops.com.au/downloads/news-events/BarthHaas-Hop-Report-2021-2022.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2025
- BOONTIAM, W.; HONG, J.; KIM, Y.-Y. Dietary brewer grain meal with multienzymes supplementation affects growth performance, gut health, and antioxidative status of weaning pigs. **Fermentation**, Basel, v. 8, n. 2, p. 80, 2022.
- BRASIL. **Decreto nº 12.031, de 10 de maio de 2024**. Regulamenta a inspeção e a fiscalização de produtos para alimentação animal. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2024.
- BRASIL. **Decreto nº 12.709, de 31 de outubro de 2025**. [Não foi especificada a ementa, mantido o texto original]. Disponível em: D12709. Acesso em: 20 nov. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974**. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização obrigatórias dos produtos destinados à alimentação animal. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1974.
- BRASIL. **Lei nº 14.515, de 29 de dezembro de 2022**. Moderniza e simplifica os procedimentos de registro e fiscalização de produtos agropecuários. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Anuário da Cerveja 2024**: ano referência 2023. Brasília, DF, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/anuarios-de-produtos-de-origem-vegetal-pasta/anuario-da-cerveja-2024-ano-referencia-2023/view>. Acesso em: 17 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Portaria SDA/MAPA nº 1.412, de 15 de janeiro de 2025. Estabelece os Limites Máximos de Micotoxinas em alimentos para cães e gatos. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Instrução Normativa MAPA nº 110, de 19 de novembro de 2020. Aprova a Lista de Ingredientes e Aditivos permitidos na alimentação animal. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa MAPA nº 4, de 23 de fevereiro de 2007. Aprova o Regulamento Técnico sobre Boas Práticas de Fabricação (BPF). Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa MAPA nº 30, de 5 de agosto de 2009. Aprova os Padrões de Identidade e Qualidade para alimentos de cães e gatos. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2009.

CARVALHO, L. G. **Dossiê Técnico: Produção de cerveja**. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2007.

CASE, L. P. et al. **Canine and Feline Nutrition-E-Book**: A Resource for Companion Animal Professionals. 3. ed. Elsevier Health Sciences, 2011. p. 22-23, 34-35.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA EN TECNOLOGÍA Y DISEÑO DEL ESTADO DE JALISCO A.C. **Principios y aplicaciones de la espectroscopia de infrarrojo en el análisis de alimentos y bebidas**. Zapopan, Jalisco: CIATEJ, 2020. 162 p.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo, 2005. 58 p. (Série P + L). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 26 nov. 2025.

CHAVES, T. **Produção de petiscos para cachorro com farinha de resíduo industrial de acerola**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, João Pessoa, 2022.

CORDEIRO, J. **Caracterização e viabilidade econômica do bagaço de malte oriundo de cervejarias para fins energéticos**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, João Pessoa, 2011.

CORTINOVIS, C.; CALONI, F. Household Food Items Toxic to Dogs and Cats. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, v. 3, art. 26, 2016.

DE KEUKELERIE, D. Fundamentals of beer and hop chemistry. **Química Nova**, São Paulo, n. 23, p. 108-112, 2000

DELFORNO, V. **Produção de cerveja artesanal**: uma revisão bibliográfica e análise de mercado para implementação de uma cervejaria artesanal em Araraquara – SP. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Química,

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2022.

DIFUSA, A.; MOHANTY, K.; GOUD, V. V. The chemometric approach applied to FTIR spectral data for the analysis of lipid content in microalgae cultivated in different nitrogen sources. **Biomass Conversion and Biorefinery**, Heidelberg, p. 427–433, 2016.

EISENHAUER, L; VAHJEN, W DADI, T; KOHN, B; ZENTEK, J. Effects of Brewer's spent grain and carrot pomace on digestibility, fecal microbiota, and fecal and urinary metabolites in dogs fed low- or high-protein diets. **Journal of Animal Science**, [s. l.], v. 99, n. 12, p. 1-13, dez. 2021.

ELIOPOULOS, C. et al. Conversion of brewers' spent grain into proteinaceous animal feed using solid state fermentation. **Environmental Science and Pollution Research**, Heidelberg, v. 29, n. 20, 2022.

FERREIRA, M. **Elaboração de biscoito integral empregando resíduo da indústria cervejeira na formulação**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2017

FERREIRA, P. et al. Obtenção e Caracterização Da Farinha De Bagaço De Malte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE CEREAIS E PANIFICAÇÃO, 2020, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: [s. n.], 2020.

FIGUEIREDO, G. **Análise de impactos ambientais ocasionados por resíduos de malte oriundos de uma cervejaria**: um estudo de campo em uma empresa localizada no norte do Brasil. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2023.

FILHO, M.; B, A.; S, A.; VASCONCELOS, M. **Produção alimentícia**: análises físico-químicas dos alimentos. Recife: E-Tec Brasil, 2013.

FISCHER, M. **Efeitos de diferentes fontes de fibra na digestibilidade de nutrientes, nas respostas metabólicas pós-prandiais e na saúde intestinal de gatos**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

GENRO, T. C.; ORQIS, M. **Informações básicas sobre coleta de amostras e principais análises químico bromatológicas de alimentos destinados à produção de ruminantes**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. (ISSN 1982-5390).

GIORDANO, M. et al. Fourier Transform Infrared Spectroscopy as a Novel Tool to Investigate Changes in Intracellular Macromolecular Pools in the Marine Microalga *Chaetoceros Muellerii* (Bacillariophyceae). **Journal of Phycology**, Wiley, v. 37, n. 2, p. 271–279, 2001.

HENRÍQUEZ, L. **Avaliação dos efeitos da ingestão de extrato de malte em parâmetros de digestibilidade, palatabilidade, imunidade, microbiota fecal e**

produtos fermentativos em cães adultos saudáveis. 2022. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2022.

HUGHES, G. **Cerveja feita em casa:** tudo sobre os ingredientes, os equipamentos e as técnicas para produzir a bebida em vários estilos. São Paulo: Publifolha, 2014.
KIRIN BEER UNIVERSITY. **Kirin Beer University Report.** Kirin Holdings, 2012, 2018, e 2019.

KRUSZEWSKI, M. et al. Hepatic iron content corresponds with the susceptibility of lymphocytes to oxidative stress in neonatal pigs. **Mutation Research: Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, Amsterdam, v. 657, n. 2, p. 146-149, 2008.

LAVICH, B.; BASSO, C. Produtos de panificação elaborados com bagaço cervejeiro. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 30, n. 254/255, 2016.

LIMA, M. **Análise do mercado nacional de cerveja:** estudo sobre os principais players, tendência de consumo e inovações tecnológicas. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

LORENCI VIAN, M.; GEREMIAS, R.; MILTON BARATTO, C. **Utilização do Bagaço de Malte para obtenção de produto de valor agregado.** Videira/SC: Universidade do Oeste de Santa Catarina, 2022.

MACHADO, E. R. **Desenvolvimento e caracterização de cerveja artesanal com adição de cacau.** 2017. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

McCARTHY, A. L. et al. Phenolic extracts of brewers' spent grain (BSG) as functional ingredients – assessment of their DNA protective effect against oxidant-induced DNA single strand breaks in U937 cells. **Food Chemistry**, Oxford, v. 134, n. 2, p. 641-646, 2012. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.02.133.

MESSERSCHMIDT, P. H. Z. **Sistematização de conhecimentos para o projeto de fermentadores de cerveja.** 2015. 78 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

MIASHIRO, F. **O processo fermentativo na produção de cervejas e os diferentes impactos no produto.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Anuário da Cerveja 2021.** [S. l.: s. n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/anuarios-de-produtos-de-origem-vegetal-pasta/anuario-da-cerveja-2021.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2025.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Anuário da Cerveja 2024.** Ano de referência 2023. [S. l.: s. n.]. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/wp-content/uploads/2024/06/Anuario-da-

[cerveja-2024-referencia-2023-MAPA-versao-web.pdf](#). Acesso em: 21 ago. 2025.

MUSSATTO, S. I. et al. Total Reuse of Brewer's Spent Grain in Chemical and Biotechnological Processes for the Production of Added-Value Compounds. In: INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION ON BIOENERGY: Bioenergy: Challenges and Opportunities, 2008. *Anais...* [S. l.: s. n.], 2008.

NYHAN, L. et al. Spent Brewer's Grain Valorization: Opportunities and Challenges. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 71, n. 28, p. 10543-10564, 19 jul. 2023. DOI: 10.1021/acs.jafc.3c02489.

OLIVEIRA, D. D. S. 8 diferentes tipos de malte. **Cervejaria Antuerpia**, fev. 2019. Disponível em: <https://cervejariaantuerpia.com.br/8-diferentes-tipos-de-malte/>. Acesso em: 25 nov 2023.

OLIVEIRA, N. A. M. de. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja**. 2011. Monografia (Pós-graduação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

OSET, E. D. et al. Potential of Brewer's spent grain bioactive fractions as functional ingredients for companion and farm animal foods – A review. **Applied Food Research**, Dublin, v. 5, e101138, 2025.

PALMER, J. J. **How to brew**: everything you need to know to brew beer right the first time. 3. ed. Boulder: Brewers Publications, 2006. 330 p.

PAPAZIAN, C. **The Homebrewer's Companion**. 2. ed. New York: Harper Collins Publishers Inc, 2014.

PESSOA, P. T. **Sustentabilidade ambiental na indústria cervejeira um estudo de caso**. 2011. 40 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

PIMENTA, L. et al. A história e o processo de cerveja: uma revisão. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 37, n. 3, e26715, 2020.

PIRES FILHO, I. C. et al. Effects of feeding dried brewers grains to slow-growing broiler chickens. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 250, 2021.

SANTOS, M. S.; RIBEIRO, F. M. **Cervejas e Refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005.

SÃO PAULO (Estado). Decreto Lei n. 986, de 21 de outubro de 1969. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. 533 p. v 1.

SILVA, P. H. A.; FARIA, F. C. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 28, p. 902-906, 2008.

SINDICERV. **Setor da cerveja: o parceiro da retomada da economia brasileira** - SINDICERV. Disponível em: <https://sindicerv.com.br/noticias/setor-da-cerveja-o-parceiro-da-retomada-da-economia-brasileira/>. Acesso em: 17 out. 2025.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. **Do campo ao copo a cerveja rende um papel vital na economia brasileira**. Sindcerv, 29 ago. 2023. Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/noticias/do-campo-ao-copo-a-cerveja-rende-um-papel-vital-na-economia-brasileira/>. Acesso em: 27 nov. 2025.

SOCRATES, G. **Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies**. 3. ed. London: John Wiley & Sons, 2004.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA). **Versão 7.3**. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), Centro de Pesquisa em Alimentos (FoRC), 2025. Disponível em: <https://www.tbca.net.br/>. Acesso em: 02 dez. 2025.

TOMBINI, C. et al. Avaliação da capacidade inovativa e propriedade intelectual na utilização do bagaço de malte / Evaluation of the innovative capability and intellectual property in the use of malt residue. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 18973–18993, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n2-510. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/25192>. Acesso em: 20 nov. 2025.

VENTURINI FILHO, W. G.; CEREDA, M. P. Cerveja. In: AQUARONE, E. et al. (Coord.). **Biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. Cap. 4, p. 91-144. (Biotecnologia Industrial, v. 4).

WEEGE, K. A. et al. Desenvolvimento e Características Nutricionais de Cookie de Canela com Adição de Bagaço de Malte Tipo Weizen. **Revista Processos Químicos**, Brasília, v. 11, n. 22, p. 35-40, 3 jul. 2017.

WUST, D. M. **Elaboração e caracterização de biscoito tipo cookie com bagaço de malte proveniente da elaboração de cerveja artesanal**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia (FAEN), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Especificações Técnicas dos Ingredientes utilizados na formulação dos biscoitos caninos

Quadro 1 – Lista de ingredientes e veículos autorizados pela MAPA utilizados nas formulações dos biscoitos caninos para na alimentação animal do Brasil.

Identificação da matéria prima	Identificação do ingrediente	Garantias obrigatórias da rotulagem	Restrições
AVES, ovo	Ovo em pó; ovo líquido resfriado; ovo integral. Produto obtido pela remoção da casca do ovo fresco de aves, após pasteurização, filtragem e resfriamento, podendo sofrer desidratação. Obtido de estabelecimentos devidamente autorizados pelos órgãos oficiais competentes.	Umidade - máx.; proteína bruta - mín.; extrato etéreo - mín.; matéria mineral - máx.	Proibida a utilização de resíduos da produção pecuária (inciso VII, do artigo 2º da IN 48 de 17/10/2019).
TRIGO (Triticum sp., Triticum aestivum), farinha	Farinha de trigo. Produto obtido do processo usual e comercial de moagem. É classificada de acordo com as suas características, a farinha integral é produto obtido a partir do cereal limpo com uma extração máxima de 95% e com teor máximo de cinza de 1,750%.	Umidade - máx.; proteína bruta - mín.; fibra bruta - máx.; matéria mineral - máx.; extrato etéreo - mín.; amido - mín.	Sem restrições

Fonte: Brasil, 2025.

Quadro 1 (continuação)– Lista de ingredientes e veículos autorizados pela MAPA utilizados nas formulações dos biscoitos caninos para na alimentação animal do Brasil.

Resíduo úmido de cervejaria	Bagaço úmido de cervejaria; resíduo úmido de maltaria (pó e casca de cevada); resíduo úmido de maltaria (flutuante). Produto obtido no processo de fabricação da cerveja, resultante da separação do mosto (que será fermentado).	Umidade - máx.; proteína bruta - mín.; fibra bruta - máx.; matéria mineral - máx.; extrato etéreo - mín	Sem restrições
Resíduo seco de cervejaria	Resíduo seco de cervejaria; resíduo seco de maltaria (pó e casca de cevada); resíduo seco de maltaria (flutuante). Produto obtido no processo de fabricação da cerveja, resultante da separação do mosto (que será fermentado) e seco posteriormente.	Umidade - máx.; proteína bruta - mín.; fibra bruta - máx.; matéria mineral - máx.; extrato etéreo - mín..	Sem restrições
Goma xantana	CAS 1138-66-2. Emulsificante, espessante, estabilizante	Goma xantana - mín.	Aditivo aprovado pelo MAPA
Extrato de baunilha (Vanilla planifolia)	CAS 8024-06-4. Aromatizante.	Extrato de baunilha - mín.	Aditivo aprovado pelo MAPA
Bicarbonato de sódio	NaHCO ₃	Umidade - máx.; sódio – mín.	Sem restrições

Fonte: Brasil, 2025.

APÊNDICE B - Cálculo de estimativa de teor de proteína e de fibra nas formulações de biscoitos caninos

Tabela 1 – Dados utilizados de fibras e proteínas nos cálculos de teor de fibra e proteína

Ingrediente	Teor de Proteína (%)	Teor de Fibra (%)	Referência
Bagaço de malte	14,30	12,65	Ferreira <i>et al.</i> (2020)
Farinha de trigo integral	11,60	15,50	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA).
Ovo	11,30	0,00	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA).
Goma Xantana	0,00	66,70	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA).

Cálculos de teor de proteína nas formulações dos biscoitos caninos com tratamento com bagaço de malte com circulação de ar forçada (F1), com bagaço úmido in natura (F2) e com liofilização (F3).

$$Teor (\%) = \sum_i \frac{massa_i \times \%teor}{Massa\ total\ da\ amostra} \times 100$$

Em que: Teor (%): teor total de proteína da amostra;

massa_i: massa do ingrediente (g);

%teor_i: percentual de proteína do ingrediente em base seca (%);

massa total da amostra: massa total do biscoito canino (g).

A massa total da amostra foi considerada a massa seca, após o assamento, conforme a seguir, para cada tipo de formulação:

$$massa\ total\ da\ amostra\ (seca\ em\ g) = \frac{soma\ dos\ sólidos(g)}{1 - (U\ final / 100)}$$

Em que: soma dos sólidos: soma dos ingredientes sem o teor de umidade das preparações do bagaço de malte;

U final: umidade final dos biscoitos após o melhor tempo de assamento de acordo com a Figura 11 deste documento.

$$\text{massa total F1 (seca em g)} = \frac{185 (g)}{1 - (8,6/100)} = 202,41 g$$

$$\text{Teor proteína F1} = \frac{(80 \times 14,30/100) + (60 \times 12,50/100) + (42 \times 11,20/100)}{202,41} \times 100$$

$$\text{Teor F1 (proteína)} = 11,43\%$$

$$\text{Teor fibra F1(\%)} = \frac{(80 \times 12,65/100) + (60 \times 15,5/100) + (1 \times 66,70 /100)}{202,41} \times 100$$

$$\text{Teor F1 (fibra)} = 9,92\%$$

$$\text{massa total F2 (seca em g)} = \frac{185 (g)}{1 - (7,30/100)} = 199,57 g$$

$$\text{Teor proteína F2} = \frac{(80 \times 14,30/100) + (60 \times 12,50/100) + (42 \times 11,20/100)}{199,57} \times 100$$

$$\text{Teor proteína F2} = 11,59\%$$

$$\text{Teor fibra F2(\%)} = \frac{(80 \times 12,65/100) + (60 \times 15,50/100) + (1 \times 66,7/100)}{199,57} \times 100$$

$$\text{Teor fibra F2} = 10,06\%$$

$$\text{massa total F3 (seca em g)} = \frac{185 (g)}{1 - (9,31/100)} = 204 g$$

$$\text{Teor proteína F3} = \frac{(80 \times 14,30/100) + (60 \times 12,50/100) + (42 \times 11,20/100)}{204} \times 100$$

$$\text{Teor proteína F3} = 11,73 \%$$

$$\text{Teor fibra F3 (\%)} = \frac{(80 \times 12,65/100) + (60 \times 15,50/100) + (1 \times 66,7/100)}{204} \times 100$$

$$\text{Teor fibra F3} = 9,85 \%$$