

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE QUÍMICA – FEQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

WOLNEY AUGUSTO DE LIMA FILHO

CERVEJA DE GENGIBRE: ASPECTOS TECNOLÓGICOS, SENSORIAIS E
INOVAÇÃO NA PRODUÇÃO ARTESANAL

PATO DE MINAS – MG
OUTUBRO DE 2025

WOLNEY AUGUSTO DE LIMA FILHO

**CERVEJA DE GENGIBRE: ASPECTOS TECNOLÓGICOS, SENSORIAIS E
INOVAÇÃO NA PRODUÇÃO ARTESANAL**

Projeto de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Química (FEQUI) da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito para a obtenção do título de
Graduação em Engenharia de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Moraes de Souza

PATO DE MINAS – MG

OUTUBRO DE 2025

WOLNEY AUGUSTO DE LIMA FILHO

**CERVEJA DE GENGIBRE: ASPECTOS TECNOLÓGICOS, SENSORIAIS E
INOVAÇÃO NA PRODUÇÃO ARTESANAL**

Projeto Final de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Química (FEQUI) da Universidade Federal de Uberlândia como requisito para a obtenção do título de Graduação em Engenharia de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Moraes de Souza

Banca Examinadora:

Prof. Dra Carla Zanella Guidini – UFU

Prof. Dra. Marta Fernanda Zotarelli – UFU

Prof. Dr. Rodrigo Moraes de Souza – UFU



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Faculdade de Engenharia Química

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1K - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4285 - secdireq@feq.ufu.br - www.feq.ufu.br



HOMOLOGAÇÃO Nº 124

WOLNEY AUGUSTO DE LIMA FILHO

CERVEJA DE GENGIBRE: aspectos tecnológicos, sensoriais e inovação na produção artesanal

Projeto Final de Curso aprovado nesta data para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - *campus* Patos de Minas (MG) pela banca examinadora constituída por:

Prof. Dr. Rodrigo Aparecido Moraes de Souza

Orientador - FEQUI/UFU

Prof.ª Dr.ª Carla Zanella Guidini

FEQUI/UFU

Prof.ª Dr.ª Marta Fernanda Zotarelli

FEQUI/UFU

Patos de Minas, 2 de outubro de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Carla Zanella Guidini, Professor(a) do Magistério Superior**, em 02/10/2025, às 09:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Aparecido Moraes de Souza, Professor(a) do Magistério Superior**, em 02/10/2025, às 09:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marta Fernanda Zotarelli, Professor(a) do Magistério Superior**, em 02/10/2025, às 09:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6641743** e o código CRC **8D495837**.

Dedico este trabalho a todos aqueles que me
apoiam e incentivaram ao longo de toda
jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que contribuíram para tornar este projeto uma realidade.

Agradeço também, aos familiares e amigos que estiveram presentes em todo o processo de graduação, acreditando e encorajando em todo tempo, para que desistir não fosse uma opção.

Agradeço a Deus e a todos os Orixás onde nos momentos de incertezas depus toda minha fé para que eu tivesse resiliência em chegar até ao final desta trajetória.

“Quanto a mim, serei poesia até o fim.” (Marli Cerqueira)

RESUMO

A cerveja ocupou um papel histórico e cultural significativo, sendo uma das bebidas mais consumidas mundialmente, e, mais recentemente, observou-se um crescente interesse por versões artesanais que exploravam sabores diferenciados, como a cerveja de gengibre. Esta bebida destacou-se não apenas pelo sabor e aroma únicos proporcionados pelo gengibre, mas também por suas propriedades funcionais, capazes de enriquecer a experiência sensorial do consumidor. A realização da revisão bibliográfica sobre a produção da cerveja de gengibre mostrou-se relevante, uma vez que permitiu organizar e analisar o conhecimento científico disponível sobre seus processos de fabricação, matérias-primas e características sensoriais, além de compreender tendências de inovação no mercado artesanal. O estudo enfatizou a importância do gengibre na composição da cerveja, explorando aspectos como cor, aroma e sabor, e discutiu a aplicação desses conhecimentos no contexto da produção artesanal no Brasil, país de destaque na indústria cervejeira global. Ademais, o trabalho sugeriu que a integração de ingredientes diferenciados, como o gengibre, poderia agregar valor ao produto final, estimulando a inovação e o desenvolvimento de novos estilos dentro do segmento cervejeiro.

Palavras-chave: Aroma. Cerveja de gengibre. Inovação. Processos de fabricação. Produção artesanal.

ABSTRACT

Beer has played a significant historical and cultural role, being one of the most consumed beverages worldwide. In recent years, there has been a growing interest in artisanal versions that explore differentiated flavors, such as ginger beer. This beverage stood out not only for the unique taste and aroma provided by ginger but also for its functional properties, enhancing the sensory experience of consumers. The bibliographic review on ginger beer production proved relevant, as it allowed for the organization and analysis of available scientific knowledge regarding its manufacturing processes, raw materials, and sensory characteristics, while also identifying trends in artisanal market innovation. The study highlighted the importance of ginger in beer composition, exploring aspects such as color, aroma, and flavor, and discussed the application of these findings within the context of artisanal production in Brazil, a country of global relevance in the brewing industry. Moreover, the work suggested that incorporating distinctive ingredients, such as ginger, could add value to the final product, fostering innovation and the development of new styles within the brewing sector.

Keywords: Aroma. Artisanal production. Innovation. Ginger beer. Manufacturing processes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 METODOLOGIA	13
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1 A HISTÓRIA DA CERVEJA	14
4.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA CERVEJA	15
4.3 CERVEJA NO BRASIL	16
4.4 USO DE FRUTAS E RAÍZES NA FABRICAÇÃO DE CERVEJAS	18
4.5 CERVEJA DE GENGIBRE	19
4.6 PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA CERVEJA DE GENGIBRE	19
4.7 MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DA CERVEJA DE GENGIBRE	21
4.8 ETAPAS DO PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA	25
4.9 COMPOSTOS IMPORTANTES NAS CERVEJAS	30
5. CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida resultante da fermentação alcoólica do mosto, sendo o mosto a solução, em água potável, de carboidratos, proteínas e sais minerais, resultantes da degradação dos componentes da matéria-prima, que compõe o mosto preparado a partir de cevada malteada, água, lúpulo e agentes fermentadores. Durante a fermentação, os açúcares presentes são consumidos por leveduras, sendo transformados em dióxido de carbono e álcool. Esse processo pode gerar subprodutos, como ésteres e fenóis, que influenciam no aroma e sabor da bebida. A qualidade e o teor de açúcar do mosto são fatores determinantes para o sucesso do processo fermentativo (SPIESS, 2015).

O primeiro registro histórico da produção de cerveja remonta a cerca de 3.400 a.C., na antiga Mesopotâmia. É considerada uma das bebidas mais antigas da humanidade, desempenhando papel cultural e econômico em diversas civilizações ao longo da história. A Revolução Industrial foi um marco para a indústria cervejeira, permitindo a produção em larga escala e a distribuição em massa. A padronização e o controle de qualidade tornaram-se essenciais para consolidar a produção industrial de cerveja no mercado global (KIHN et al., 1988).

Segundo o levantamento da Kirin Holdings em 2023, a República Tcheca despontou como líder mundial em consumo per capita de cerveja, registrando notáveis 140,1 litros por indivíduo ao ano, um verdadeiro testemunho da profundidade cultural da bebida naquele país. O Brasil, por sua vez, firmou-se como o terceiro maior consumidor global, com impressionantes 149 milhões de hectolitros consumidos em 2022.

Embora o consumo per capita brasileiro não alcance os patamares mais elevados, o país sobressai-se pelo volume absoluto, refletindo a magnitude e a robustez de seu mercado cervejeiro. Esses números não apenas ressaltam a relevância econômica da cerveja no território nacional, mas também atestam seu papel simbólico e cultural, consolidando o Brasil como um dos protagonistas no cenário global da bebida.

Essa popularidade reflete a diversificação e a inovação constantes na indústria cervejeira, com o desenvolvimento de novos estilos e sabores para atender aos consumidores (MARKOWSKI, 2004).

Entre as inovações, destacam-se cervejas com adição de frutas e raízes, prática que remonta a séculos. Na Bélgica do século XVI, os monges trapistas (monges que vivem em comunidade) desenvolveram a cerveja Kriek, adicionando cerejas ao processo de produção.

Esse estilo conquistou ampla aceitação e disseminou a tradição de adicionar frutas à cerveja, originando uma categoria que, mesmo no século XXI, é valorizada internacionalmente. Cervejarias ao redor do mundo seguem explorando essa tendência, oferecendo sabores exclusivos e enriquecendo o panorama global da cervejaria (MARKOWSKI, 2004).

Um exemplo que tem crescido em popularidade é a “ginger beer”, ou cerveja de gengibre, reconhecida por suas características sensoriais efervescentes e refrescantes, que atraem consumidores em busca de experiências gustativas diferenciadas (KATZ, 2014).

Com a crescente diversificação no setor, é fundamental que as cervejarias mantenham rigorosos padrões de qualidade e atendam às legislações vigentes para garantir a satisfação dos consumidores e a segurança do produto.

A cerveja de gengibre se destaca não só pelo seu sabor forte e bolhas únicas, mas também pela sua funcionalidade notável, afinal, o gengibre apresenta propriedades antioxidantes e digestivas bem conhecidas. A produção de cervejas com matéria-prima como o gengibre, prova como a indústria cervejeira se adapta aos gostos dos consumidores e a crescente procura por produtos artesanais e especiais (MARTINS; FERREIRA, 2013).

Por isso, o estudo da produção de cervejas especiais, utilizando matérias-primas diferenciadas como o gengibre é importante, pois para a demanda crescente do mercado de bebidas e a urgente necessidade de organizar o conhecimento científico existente. Apesar do crescimento dessas bebidas, a literatura ainda carece do conhecimento sobre a fermentação, substratos e compostos funcionais formados, bem como a aceitação sensorial dessa bebida. Esta análise permite compreender o cenário atual, mas também mostra oportunidades de inovação e melhoria na produção artesanal e industrial de cerveja de gengibre.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma revisão bibliográfica com caráter descritivo sobre as características físico-químicas, propriedades funcionais e sensoriais da cerveja de gengibre, a fim de consolidar o conhecimento existente sobre sua produção e composição

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Revisar a literatura sobre as matérias-primas utilizadas na produção da cerveja de gengibre, incluindo suas propriedades e funções na bebida;

Estudar as características sensoriais da cerveja de gengibre, como cor, aroma, sabor e efervescência, e a influência do gengibre nessas propriedades;

Identificar lacunas na literatura e oportunidades de inovação na produção artesanal e industrial da cerveja de gengibre.

3 METODOLOGIA

Este estudo consistiu em uma revisão bibliográfica sobre a produção e características da cerveja de gengibre. A pesquisa foi realizada em bases de referência, como Scopus, ScienceDirect e Google Acadêmico, utilizando termos em português e inglês, incluindo “cerveja”, “beer”, “cerveja de gengibre” e “ginger beer”. Foram selecionados artigos, revisões e publicações que abordassem aspectos técnicos, sensoriais e de inovação na produção artesanal, permitindo uma análise integrada do conhecimento disponível sobre o tema. As fontes consultadas contemplam o período de 1996 a 2025, considerando trabalhos clássicos e contemporâneos.

A revisão contemplou trabalhos publicados nos últimos vinte anos, bem como estudos clássicos mais antigos, que forneceram fundamentos históricos e teóricos relevantes sobre fermentação, matérias-primas e processos de fabricação da cerveja. Foram priorizados artigos com dados experimentais, análises detalhadas sobre matérias-primas, técnicas de fermentação e características sensoriais, além de trabalhos que discutissem tendências de mercado e inovação, proporcionando uma visão ampla e histórica da produção artesanal e do impacto do gengibre na valorização sensorial e funcional da bebida.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 A HISTÓRIA DA CERVEJA

Embora a data exata do surgimento da produção de cerveja permaneça incerta, os vestígios mais antigos apontam para cerca de 3.400 a.C., atribuídos às civilizações da Mesopotâmia, marcando o início de uma tradição milenar que uniu práticas alimentares e culturais (LIMA, MOTA, 2003).

O domínio das técnicas de malteação possibilitou às antigas civilizações a elaboração de bebidas fermentadas, que muitas vezes serviam como veículos para a administração de ervas medicinais, oferecendo aos doentes recursos terapêuticos aliados à alimentação. Além disso, a relevância da cerveja na sociedade mesopotâmica é evidenciada em hinos dedicados à deusa suméria da cerveja, Ninkasi, nos quais a produção dessa bebida sagrada era ligada à figura feminina, refletindo a associação das mulheres à fabricação de pães e cervejas, enquanto os homens se dedicavam à caça e às tarefas de esforço físico. Tal organização revela não apenas a divisão social do trabalho, mas também a profunda integração entre cultura, economia e práticas cotidianas da época (MUXEL, 2018).

Em 1516, o Duque Guilherme IV da Baviera instituiu a famosa Lei da Pureza da Cerveja, o *Reinheitsgebot*, determinando que apenas água, lúpulo e malte de cevada poderiam compor a bebida. A levedura, ainda desconhecida na época, não fazia parte dessa regulamentação, embora desempenhasse um papel fundamental na fermentação. Essa legislação histórica não apenas buscava assegurar a qualidade e a segurança da cerveja, mas também refletia a preocupação com a tradição, a economia local e o respeito a uma prática cultural profundamente enraizada na sociedade bávara (KUCK, 2008).

A disseminação da cerveja no Brasil remonta ao período colonial, quando, em 1637, o governador holandês Maurício de Nassau trouxe consigo o cervejeiro Dirck Dicx. Juntos, fundaram em 1640 a primeira cervejaria das Américas, localizada em Recife, utilizando cevada e açúcar na produção da bebida. No entanto, a produção de cerveja desapareceu temporariamente do Brasil, ressurgindo apenas em 1808 com a chegada da Família Real portuguesa, que incentivou a produção local. A partir de 1850, pequenas cervejarias começaram a surgir, com destaque para a primeira registrada em 1853, a Cervejaria Bohemia. Esse processo de expansão e consolidação da indústria cervejeira no Brasil é detalhado por Rosalin (2020), que propõe uma periodização baseada na sucessão dos meios geográficos.

Entre os principais cereais de inverno cultivados no Brasil e em outros países de clima temperado, destacam-se o trigo (*Triticum aestivum*), a cevada (*Hordeum vulgare*), a aveia (*Avena sativa*) e o centeio (*Secale cereale*). O trigo ocupa posição de destaque devido à sua ampla utilização na indústria alimentícia, especialmente na produção de farinhas para pães, massas e biscoitos. A cevada, por sua vez, é altamente valorizada pela indústria cervejeira, além de possuir aplicações secundárias na alimentação animal e humana. A aveia se destaca pelo seu uso tanto na alimentação humana, em forma de flocos e farinha, quanto na produção de forragens. O centeio, embora cultivado em menor escala, tem importância na fabricação de pães específicos e na produção de bebidas destiladas, além de ser utilizado como cobertura vegetal em sistemas de rotação de culturas (MULLER, 2007).

4.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA CERVEJA

A cerveja carrega significados históricos e culturais que transcendem séculos. Desde os primórdios, foi associado ao desenvolvimento da civilização. Registros apontam que os primeiros campos de cereais surgiram na Ásia Ocidental por volta de 9.000 a.C., fazendo com que as sociedades primitivas compreendessem a importância do cultivo de grãos tanto para a alimentação quanto para a produção de bebidas fermentadas (COELHO-COSTA, 2015).

O antropólogo Alan D. Eames (1947-2007) destacou a importância da cerveja na consolidação das sociedades civilizadas. Segundo sua teoria, a cerveja desempenhou papéis fundamentais, sendo utilizada como oferenda em rituais religiosos, forma de pagamento em economias antigas e até como símbolo de união em eventos sociais. Essas funções indicam que, além da alimentação, a cerveja tinha valor cultural e econômico, contribuindo para o fortalecimento das primeiras comunidades organizadas (MUZZOLON *et al.*, 2021).

A cerveja continua sendo uma das bebidas mais consumidas no mundo, com forte impacto na economia global. A indústria cervejeira gera empregos em larga escala, tanto na produção quanto na distribuição, e movimenta setores como o agrícola (cultivo de cevada e lúpulo) e o comercial (bares, restaurantes e supermercados). Além disso, a popularização das microcervejarias e o interesse por estilos artesanais impulsionam a inovação e a diversificação no mercado, refletindo a importância socioeconômica contínua dessa bebida (BRASIL, 2022).

No caso específico da cevada no Brasil, sua principal destinação econômica está diretamente associada ao processo de malteação, essencial para a indústria cervejeira. Isso se deve às características dos grãos, que apresentam alta capacidade enzimática, fundamental para

a conversão de amido em açúcares fermentáveis, etapa indispensável na produção de cerveja. Diferente de outros países onde a cevada também é destinada à alimentação animal, no Brasil mais de 95% da produção é direcionada à fabricação de malte, evidenciando uma forte dependência desse setor. Dessa forma, a malteação não apenas agrega valor à cadeia produtiva da cevada, mas também consolida sua importância econômica, uma vez que atende à elevada demanda de um dos maiores mercados cervejeiros do mundo (MAGALHÃES et al., 1997). De acordo com dados do World Population Review (2022), o Brasil ocupa a 3ª posição no ranking de consumo total de cerveja, com cerca de 13,9 milhões de toneladas anuais, ficando atrás apenas da China, que lidera com aproximadamente 34 milhões de toneladas, e dos Estados Unidos, com 23,7 milhões de toneladas.

No quesito exportação, o Brasil apresentou um aumento expressivo em 2021, com 66.687 toneladas de cerveja exportadas, frente às 45.449 toneladas de 2020, o que representa um crescimento de aproximadamente 46,7% no volume exportado. O faturamento também cresceu significativamente, passando de US\$ 74,9 milhões em 2020 para US\$ 131,5 milhões em 2021, um avanço de cerca de 75,6%. No total, o produto brasileiro foi distribuído para 71 países, demonstrando a expansão e consolidação do setor no mercado internacional (BRASIL, 2022).

Por outro lado, a importação de cerveja totalizou 18.406 toneladas, provenientes de 27 países, com destaque para os Estados Unidos como principal fornecedor. Em comparação com os anos anteriores, houve uma redução nas importações, sendo que o valor total de importação foi de US\$ 15.763.114, o que reflete uma menor dependência do mercado externo (BRASIL, 2022).

O regulamento da produção de cerveja no Brasil é definido pelo Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994. Este decreto estabelece normas para padronização, classificação, registro, inspeção, produção e fiscalização de bebidas. Segundo o decreto, a cerveja é uma bebida obtida a partir da fermentação alcoólica do mosto, realizada por leveduras (BRASIL, 1997; LI et al., 2007).

4.3 CERVEJA NO BRASIL

A introdução da cerveja no Brasil remonta ao século XVII, a bebida foi trazida pelos holandeses durante o período de colonização. No entanto, foi apenas no final do século XIX que a produção local começou a ganhar força, motivada pelo aumento dos impostos sobre importação, o que inviabilizou a entrada do produto estrangeiro (KROL, 2005).

Em 1888, surgiram duas grandes indústrias cervejeiras que se consolidaram como líderes no mercado nacional: a Cervejaria Brahma e a Antarctica Paulista. No século XX, o setor continuou a se expandir com o surgimento de outras marcas importantes, como a Bohemia, fundada em 1853 (LIMA *et al.*, 2023).

O cenário cervejeiro no Brasil passou por grandes transformações a partir do final da década de 1980, quando surgiram as microcervejarias. Essas pequenas empresas, focadas em produtos artesanais e de alta qualidade, ajudaram a diversificar o mercado, oferecendo uma ampla variedade de estilos e sabores. O refinamento do paladar dos consumidores brasileiros, somado ao crescimento das microcervejarias, transformou o Brasil em um polo de inovação cervejeira (DALLACORT, 2013).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2021, o número de municípios brasileiros com pelo menos uma cervejaria cresceu 10,3% em relação a 2020, passando de 609 para 672. Embora esse número represente cerca de 12% dos municípios do país, alguns estados apresentam uma concentração significativa, como o Rio de Janeiro, onde 38% dos municípios possuem ao menos uma cervejaria, mesmo com sua menor extensão territorial. São Paulo, por sua vez, lidera em quantidade absoluta de cervejarias (SILVA, 2018; BRASIL, 2022).

Ainda em 2021, o Brasil registrou 35.741 produtos relacionados ao mercado cervejeiro, conforme dados divulgados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Esse número representou um crescimento de 5,2% em relação ao ano anterior, com 1.178 novos registros apenas em 2021. O estado de São Paulo se destacou como líder no ranking, com 10.104 registros, seguido pelo Rio Grande do Sul (5.363) e Minas Gerais (5.184) (BRASIL, 2022).

Segundo Delforno (2021), apoiado nos dados do 2º Censo de Cervejarias Independentes divulgado pelo SEBRAE, o setor de cervejas artesanais no Brasil demonstra grande potencial de expansão. Em 2021, havia cerca de 1,3 mil fábricas em funcionamento, e a meta projetada era atingir aproximadamente 7 mil até 2025. No entanto, para que esse crescimento seja sustentável, o segmento precisa enfrentar desafios como a redução dos custos de insumos, a qualificação da mão de obra e a adoção de medidas que assegurem maior segurança nos processos produtivos.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o órgão responsável pelo registro e regulamentação de todas as bebidas produzidas no Brasil. Para que uma cervejaria opere legalmente, deve atender aos requisitos técnicos e sanitários, garantindo a

qualidade e segurança do produto. Entre as exigências, estão as condições higiênico-sanitárias adequadas e a comprovação de capacidade técnica de produção (BRASIL, 2022).

4.4 USO DE FRUTAS E RAÍZES NA FABRICAÇÃO DE CERVEJAS

A utilização de frutas e raízes na produção de cerveja remete aos tempos antigos, sendo uma prática valorizada por suas contribuições ao sabor, aroma e inovação no mercado cervejeiro. Cada tipo de fruta ou raiz requer técnicas específicas de manipulação, podendo ser incorporado ao processo em forma de purê, calda ou extrato. A escolha do formato e do momento de adição (fermentação ou fervura) influencia diretamente o perfil sensorial final da bebida, com variações de acidez, doçura e picância dependendo do adjunto utilizado (DALLACORT, 2013).

No caso das frutas, elas são amplamente utilizadas para criar um contraste de sabores com o malte e o lúpulo. Ingredientes como laranja, framboesa e abacaxi são frequentemente adicionados durante a fermentação ou maturação, enriquecendo o aroma e o sabor. Um exemplo clássico é a inclusão de casca de laranja em cervejas de trigo belgas, uma prática que realça o frescor e a complexidade dos sabores, conferindo uma experiência sensorial única ao consumidor (POLK, 2018).

As raízes desempenham um papel notável e, por vezes, surpreendente na produção de cervejas artesanais, conferindo singularidade aromática e complexidade sensorial à bebida. Entre os exemplos mais emblemáticos destacam-se o gengibre (*Zingiber officinale*), amplamente utilizado por seu caráter picante e refrescante; o lúpulo-brasileiro conhecido como amargoseira (*Vernonia condensata*), de uso experimental; a raiz de dente-de-leão (*Taraxacum officinale*), que agrega notas terrosas e amargas; e o ginseng (*Panax ginseng*), valorizado por suas propriedades estimulantes e nuances adocicadas. Essas matérias-primas subterrâneas não apenas diversificam o perfil organoléptico das cervejas, como também ampliam o potencial de inovação dentro da cultura cervejeira contemporânea. (OGLE, 2006).

O uso criativo de frutas e raízes não representa apenas diversificação no mercado, mas também mantém viva a tradição de experimentação na cervejaria, inspirando novos estilos e agradando uma ampla gama de paladares (SHAHRAJABIAN; SUN; CHENG, 2019).

4.5 CERVEJA DE GENGIBRE

O gengibre (*Zingiber officinale*) destaca-se não apenas por suas propriedades sensoriais e funcionais, mas também por seu relevante valor nutricional. Trata-se de um alimento de baixo valor calórico, com aproximadamente 80 kcal a cada 100 gramas, sendo fonte de compostos bioativos como gingerol, shogaol, paradol e zingerona, que apresentam reconhecidas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, antimicrobianas e termogênicas.

Além disso, é rico em minerais essenciais como potássio, magnésio, cálcio, ferro, zinco e fósforo, que contribuem para o equilíbrio eletrolítico, saúde óssea e funções musculares. No aspecto vitamínico, destaca-se pela presença das vitaminas do complexo B (B1, B2, B3 e B6) e vitamina C, fundamentais para o metabolismo energético e o fortalecimento do sistema imunológico. Sua composição inclui ainda fibras alimentares, que favorecem o bom funcionamento intestinal e promovem maior sensação de saciedade. Adicionalmente, o gengibre é amplamente reconhecido por seu efeito digestivo e antiemético, sendo tradicionalmente utilizado para aliviar náuseas, enjoos e desconfortos gastrointestinais, evidenciando sua versatilidade tanto na nutrição quanto na promoção da saúde (OGLE, 2006).

4.6 PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA CERVEJA DE GENGIBRE

4.6.1 pH

A determinação do pH afeta não apenas as fases do processo de produção, mas também a qualidade e a vida útil do produto na prateleira. No caso das cervejas que recebem adição de polpa de frutas ou raízes, como é o caso da cerveja de gengibre, o pH recomendado é de 3,8 a 4,7 (FERREIRA *et al.*, 2011). Especificamente para a cerveja de gengibre, a faixa ideal de pH está entre 4,10 e 4,67. Isso ocorre devido ao aumento da produção de enzimas durante o processo de fermentação, o que resulta na diminuição da acidez do líquido, levando a uma redução do pH (TOZZETO, 2017).

4.6.2 Teor Alcoólico

A concentração alcoólica das cervejas no mercado atual varia entre 0,5% e 7% (v/v), dependendo do estilo da bebida. A cerveja Pilsen, que é a mais popular no Brasil, apresenta um teor alcoólico em torno de 4% (v/v) (SOUSA; PROENÇA, 2023). Na produção de cerveja de gengibre utilizando o método ale, um teor alcoólico de 5% (v/v) é considerado ideal para

garantir um produto satisfatório, destacando o sabor característico do gengibre e sua picância (SOUSA; PROENÇA, 2023).

4.6.3 Cor

Cada estilo de cerveja possui uma coloração específica que pode variar conforme o tipo de malte utilizado e os processos empregados na produção. Por exemplo, a cerveja Pilsen apresenta uma coloração que vai de amarelo palha a dourado, com variações devido ao malte e às reações químicas, como a reação de Maillard e a caramelização dos açúcares, que são responsáveis pela formação de cores e sabores característicos (SOHRABVANDI, MORTAZAVIAN, REZAEI, 2022).

De acordo com a legislação brasileira, a cerveja clara deve ter menos de 20 unidades EBC (European Brewery Convention), enquanto as cervejas mais escuras têm valores superiores a essa unidade (BRASIL, 1997). No caso da cerveja de gengibre, o valor máximo recomendado para a unidade EBC é 18,8, o que a classifica como uma cerveja clara. Além disso, a cerveja de gengibre pode apresentar turbidez caso não passe por processos de filtração ou pasteurização (BHASKARAN, 2016).

4.6.4 Aroma e Sabor

O lúpulo é um ingrediente essencial na produção de cervejas, sendo responsável por caracterizar o aroma e o sabor específicos de cada tipo de cerveja. Ele contribui principalmente com o amargor, que é uma característica marcante em várias cervejas, e também exerce um papel como conservante natural, ajudando a preservar a bebida (GHINI; DOMINGUES; BETTIOL, 2016). A variedade de lúpulo e quantidade utilizada, permite uma ampla gama de perfis sensoriais.

O gengibre é escolhido como especialidade para a cerveja devido ao seu sabor pungente e ao aroma característico, que combina bem com o estilo da bebida. Além disso, traz propriedades antioxidantes e antimicrobianas, o que contribui para a qualidade e a durabilidade da cerveja (CONCEIÇÃO, 2013).

As características sensoriais da cerveja de gengibre revelam uma complexa interação entre seus componentes. O corpo e os aromas de cereal, levemente adocicados, derivam do malte, imprimindo à bebida uma base estruturada e familiar ao paladar. Sobre essa base, o

gingibre, introduzido geralmente durante a maturação, confere notas pungentes e picantes, que despertam a atenção do olfato e do paladar, proporcionando frescor e um caráter vibrante à experiência sensorial. A picância característica do gengibre contrasta com a doçura do malte, equilibrando a percepção de sabor e acentuando o aroma, resultando em uma bebida complexa, inovadora e distintivamente artesanal (MATOS *et al.*, 2011).

4.7 MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DA CERVEJA DE GENGIBRE

4.7.1 Água

A água é o principal componente da cerveja, representando mais de 90% do volume final da bebida (MADRID, 1996; MACHADO, 2017). Sua qualidade é essencial para o sucesso do processo de produção, devendo ser filtrada, isenta de impurezas, sem cloro, sabor ou odor, e inócua (VIEIRA, 2009). Além disso, a água dura, com alto teor de cálcio e magnésio, pode atuar como um importante nutriente para as leveduras fermentativas (REBELLO, 2009).

A especificidade da água varia de acordo com o estilo de cerveja produzida. Uma cerveja Pilsen requer água mole, com baixos níveis de cálcio e magnésio (menos de 60 mg/L e 20 mg/L, respectivamente), enquanto estilos mais amargos, como algumas Ales, estão associados ao uso de águas ricas em sulfato de cálcio, conferindo um amargor mais persistente à bebida (VENTURINI FILHO, 2000).

O controle do pH da água é outro aspecto fundamental no processo. Um pH alcalino pode comprometer a eficiência enzimática e dissolver compostos indesejados, afetando a qualidade final da cerveja. Durante a mosturação, o pH ideal varia entre 5,2 e 5,6, otimizando a conversão de amido em açúcares fermentáveis, prevenindo a redução excessiva de taninos e promovendo uma fermentação saudável (OLIVEIRA, 2024; TOZETTO, 2019).

Além disso, as concentrações de minerais presentes na água desempenham um papel fundamental na definição dos atributos sensoriais da cerveja. A presença de 250 a 500 mg/L de sulfato de cálcio contribui para realçar o amargor e intensificar o sabor dos lúpulos, enquanto 200 a 300 mg/L de cloreto de sódio favorecem uma maior sensação de corpo na bebida. Já o teor de ferro inferior a 1 mg/L é essencial para evitar a ocorrência de sabores metálicos indesejados, preservando assim a pureza e a qualidade sensorial do produto final.

Esses fatores demonstram como a água impacta não apenas a qualidade geral da bebida, mas também seus atributos sensoriais, como sabor, aroma e textura. A importância da água na

produção de cerveja não pode ser subestimada, sendo essencial para alcançar o equilíbrio desejado entre os componentes da bebida e garantir a satisfação do consumidor.

4.7.2 Malte

A moagem do malte exerce influência profunda sobre as transformações físico-químicas que ocorrem durante a mosturação, determinando não apenas o rendimento do processo, mas também a eficiência da clarificação e a qualidade sensorial da cerveja final (ALMEIDA E SILVA, 2005). O principal objetivo desta etapa é quebrar o grão do cereal, expondo seu amido interno e aumentando a superfície de contato com as enzimas presentes no malte, como a alfa-amilase, que desempenha um papel essencial na hidrólise do amido, convertendo-o em açúcares fermentáveis (BERTOLDI, 2016).

A umidade e o grau de moagem do malte exercem influência determinante sobre a eficiência do processo de mosturação, sendo fatores críticos para a obtenção de um mosto de qualidade superior. A moagem deve ser conduzida com precisão: quando excessivamente fina, há risco de comprometer a integridade das cascas do malte, que desempenham a função de filtro natural durante a filtração do mosto, podendo, assim, reduzir a eficiência dessa etapa crucial. Em contrapartida, uma moagem demasiado grosseira limita a exposição do amido às enzimas, restringindo a conversão dos carboidratos em açúcares fermentáveis e, conseqüentemente, afetando negativamente o rendimento final da cerveja (TAPSELL, 2008).

Para que o malte seja considerado bem moído, certas características devem estar presentes, como partículas de endosperma aderidas às cascas e ausência de grãos inteiros. Um dos aspectos mais importantes é a quantidade de farinha fina, que consiste em partículas pequenas e uniformes do endosperma. Essa consistência fina favorece uma melhor eliminação dos açúcares durante o processo de mosturação, resultando em maior eficiência e qualidade na produção da cerveja (ARAÚJO; SILVA; MINIM, 2003).

Durante a filtração, as cascas do malte desempenham um papel fundamental, atuando como uma camada filtrante natural, facilitando a separação do mosto e aumentando o aproveitamento das matérias-primas. A umidade orvalhada, por exemplo, apresenta vantagens significativas, como a umidificação das cascas do malte, o que torna mais flexível. Isso permite que as cascas permaneçam mais íntegras e com menos aderência de endosperma, melhorando a eficiência da filtração e otimizando a seleção dos componentes essenciais (WILLIAMS; FRIEDMAN, 2002).

A etapa do malte, portanto, não apenas influencia diretamente as características físico-químicas da cerveja, como também desempenha um papel crucial na qualidade final do produto. Um controle adequado dessa fase garante maior eficiência no uso das matérias-primas e contribui significativamente para o sucesso do processo produtivo, impactando diretamente o sabor, a clareza e a consistência da bebida (GHINI; DOMINGUES; BETTIOL, 2016).

4.7.3 Gengibre

O gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*) é uma planta extremamente reconhecida, não apenas por suas qualidades terapêuticas, mas também pelo sabor único que fornece a diversas bebidas e alimentos. O rizoma de gengibre, comumente chamado de mangaratá ou mangaratáia, é uma parte utilizada tanto na culinária quanto em práticas medicinais. Este rizoma pode alcançar até um metro de comprimento e é composto por um tronco robusto, com ramos e folhas de coloração verde-escura (SALVADOR; SHINOHARA, 2013).

O gengibre contém importantes sais minerais e vitaminas, sendo a piridoxina (vitamina B6) uma das mais notáveis. Além disso, suas propriedades bactericidas e desintoxicantes são extremamente reconhecidas, o que torna este ingrediente valioso na medicina natural e na alimentação saudável. Seu uso na indústria de bebidas, especialmente na fabricação de refrigerantes e cerveja, se destaca por fornecer sabores e aromas específicos, que podem variar de suaves a picantes, dependendo da quantidade utilizada e do processo de fermentação (TOZETTO, 2017).

No caso da cerveja de gengibre, o ingrediente principal é o gengibre fermentado, o que confere à bebida seu sabor e características singulares. Durante o processo de secagem, o gingerol, a substância responsável pelo sabor picante do gengibre, sofre uma transformação química. O gingerol se converte em zingerona, e, posteriormente, em shogaol, um composto predominante no gengibre seco ou cozido. O shogaol é o principal responsável pelo sabor e aroma marcantes do gengibre, que se assemelham à capsaicina das pimentas chili e à piperina das pimentas de espécies mais intensas (MOSHER, 2009).

Ao analisar os compostos bioativos do gengibre, notam-se gingeróis, shogaol, zingerona e paradol, com muitas propriedades farmacológicas e sensoriais bem diferentes. Como mostra a Tabela 1, esses compostos têm diferentes fórmulas moleculares e podem ser do gengibre fresco ou de processos de degradação e aquecimento. O 6-gingerol, o principal componente do gengibre fresco, é notável pela ação anti-inflamatória e analgésica. O 6-shogaol, um produto do

aquecimento ou secagem, mostra pungência bem forte e propriedades farmacológicas importantes. A zingerona, criada pela degradação do gingerol, ajuda com um aroma doce e ação antioxidante, o paradol, que vem também do gingerol, intensifica a ação antioxidante da planta.

Tabela 1 - Principais Compostos Bioativos do Gengibre: Fórmulas, Estruturas e Funções

Composto	Fórmula molecular	Origem/Processo	Ação principal
6-Gingerol	$C_{17}H_{26}O_4$	Gengibre fresco	Anti-inflamatório, analgésico
6-Shogaol	$C_{17}H_{24}O_3$	Gengibre seco/aquecido	Pungente, farmacológico
Zingerona	$C_{11}H_{14}O_3$	Degradação de gingerol	Aroma doce, antioxidante
Paradol	$C_{17}H_{26}O_3$	Derivado de gingerol	Antioxidante

Fonte: Autor (2025)

Desse jeito, a tabela exhibe a diversidade estrutural e funcional desses compostos, explicando o uso extenso do gengibre em alimentos e na medicina.

O gengibre (*Zingiber officinale*) possui uma composição química rica em compostos bioativos que são responsáveis por suas características sensoriais e funcionais. Destacam-se os compostos fenólicos, como os gingeróis, especialmente o [6]-gingerol, cuja estrutura molecular apresenta um grupo fenólico ligado a uma cadeia alifática carbonílica, conferindo sabor picante e propriedades antioxidantes. A partir do [6]-gingerol, formam-se os shogaóis, por desidratação térmica, que são mais pungentes e presentes no gengibre seco, além do paradol, que também contribui para o perfil sensorial e funcional. O gengibre ainda contém compostos voláteis, sobretudo sesquiterpenos como zingibereno, β -bisaboleno, farneseno e β -sesquifelandreno, cujas estruturas moleculares apresentam anéis carbônicos e cadeias insaturadas responsáveis pelo aroma característico. A representação desses compostos químicos é fundamental para compreender como eles interagem, conferindo ao gengibre suas propriedades organolépticas e seus benefícios terapêuticos, sendo informações de grande relevância para a indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética (MOSHER, 2009).

O gengibre não atua apenas como um ingrediente responsável pela percepção do sabor picante na cerveja, mas também contribui para a complexidade e profundidade do perfil sensorial da bebida. Sua aplicação em diferentes variações do estilo Ale tem se mostrado relevante, uma vez que proporciona um equilíbrio sensorial entre frescor e intensidade (SPIESS,

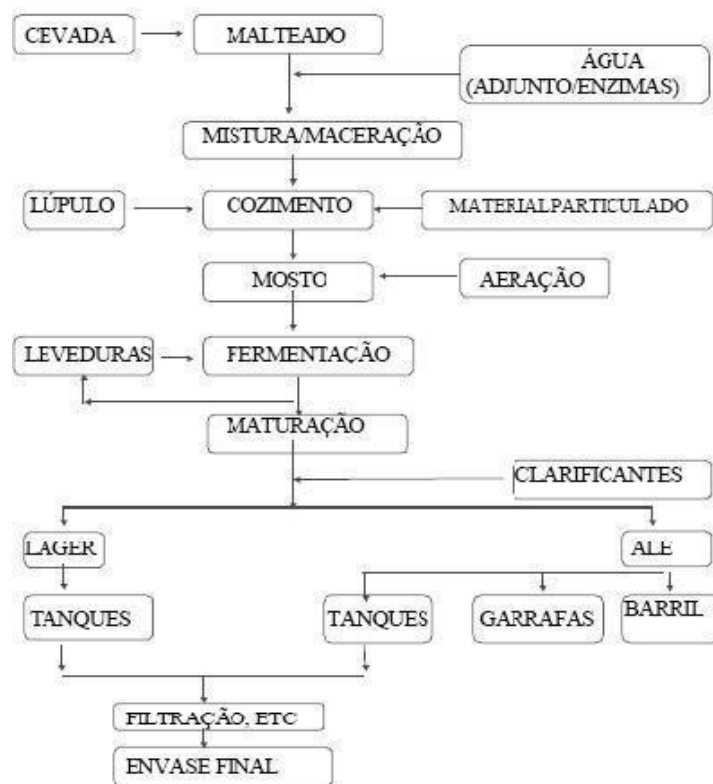
2015).

4.8 ETAPAS DO PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA

A Figura 1 ilustra um fluxograma simplificado do processo industrial de produção de cerveja, evidenciando, de forma didática, a complexa transformação das matérias-primas em um produto final refinado. A adição do lúpulo e o subsequente cozimento do mosto promovem a extração de compostos aromáticos e bioativos, conferindo caráter sensorial à bebida. Em seguida, o líquido é resfriado, submetido à aeração e conduzido à fermentação, em tanques específicos para diferentes estilos, como ale e lager (MARTINS; FERREIRA, 2013).

Figura 1. Fluxograma de produção industrial de cerveja

ESQUEMA SIMPLIFICADO PARA PRODUÇÃO DE CERVEJAS



Fonte: ENGINEERING FOODS (2011).

As etapas posteriores — maturação, clarificação, filtração e envase em barris ou garrafas — asseguram a estabilidade, a qualidade e a integridade sensorial da cerveja. Esse fluxograma, portanto, não apenas retrata a sequência operacional, mas evidencia a precisão, o controle técnico e a riqueza de processos envolvidos na fabricação industrial da bebida (MARTINS;

FERREIRA, 2013).

4.8.1 Mosturação

A etapa de mosturação, também conhecida como brassagem, envolve uma mistura de malte moído com água na tinta de mosturação (TOZETTO, 2017). Durante essa fase, o controle rigoroso de temperatura e tempo é essencial para promover as reações bioquímicas necessárias para a conversão do amido do malte em açúcares fermentáveis (LIMA *et al.*, 2023).

Esta etapa pode ser realizada por diferentes métodos, sendo os mais comuns a infusão, a decocção ou uma combinação de ambos. No método de infusão, a mistura é aquecida gradualmente até atingir a temperatura desejada, sendo mantida nesse nível por um período determinado. Esse processo facilita a ativação das enzimas e a dissolução dos açúcares (TSCHOPE, 2021).

Na decocção, uma parte da mistura é separada, fervida e posteriormente reintegrada ao mosto principal. Esse processo aumenta a degradação do amido, devido ao calor intenso, favorecendo a quebra do amido em açúcares fermentáveis. A decocção proporciona uma complexidade maior ao sabor da cerveja, ao promover uma maior conversão de amido (ARAÚJO; SILVA; MINIM, 2003).

Durante a mosturação, o malte moído é adicionado à água previamente aquecida, obedecendo a uma programação de temperatura controlada. Ao longo desse processo, as substâncias solúveis presentes no malte se dissolvem na água, enquanto as substâncias insolúveis, como as cascas, são separadas e removidas através de filtração ou clarificação (TAPSELL, 2008).

A temperatura, o tempo, o grau de acidez do meio, a qualidade do malte e as características do produto da moagem têm um impacto direto na eficácia da mosturação, que resulta na gelatinização e hidrólise do amido e dos açúcares presentes no malte (ALMEIDA E SILVA, 2005).

As enzimas do malte, como as alfa-amilases e beta-amilases, desempenham um papel crucial durante esse processo. Elas são responsáveis pela hidrólise do amido do malte e de outros possíveis adjuntos amiláceos, promovendo a conversão do amido em açúcares simples, como a maltose, que servem como substrato para a fermentação. O resultado desse processo é a produção do mosto cervejeiro, que, após a fermentação, se transformará na bebida final (MOSHER, 2009).

A mosturação não só auxilia na extração de componentes essenciais, como açúcares e proteínas, mas também inicia as reações bioquímicas fundamentais para a produção do mosto de alta qualidade, essencial para a entrega de uma cerveja de excelente sabor e características sensoriais (ARAÚJO; SILVA; MINIM, 2003).

4.8.2 Filtração do Mosto

A etapa de filtração do mosto é fundamental para separar a parte líquida do mosto cervejeiro da parte sólida, chamada bagaço de malte. Esse processo ocorre em duas etapas distintas, melhorando a separação e garantindo a eficiência da remoção de compostos indesejáveis para a produção da cerveja (TOZETTO, 2017).

Na primeira etapa, a fração líquida do mosto passa pelo leito filtrante, onde ocorre a separação inicial dos sólidos. O mosto resultante dessa fase é conhecido como mosto primário. Na segunda etapa, o resíduo sólido remanescente, composto principalmente pelo bagaço de malte, é lavado com água aquecida a 75°C. Esse processo de lavagem tem como objetivo principal recuperar o extrato que permanece retido no bagaço, aproveitando ao máximo os nutrientes e açúcares ainda presentes (VENTURINI FILHO, 2010).

A lavagem eficaz da torta de filtro é uma prática essencial para melhorar o rendimento do processo cervejeiro e garantir uma proteção dos produtos desejados. Esse cuidado na filtração não apenas aumenta a eficiência do processo, mas também contribui diretamente para a qualidade do mosto, influenciando o sabor, o corpo e a cor da cerveja, além de melhorar o uso dos ingredientes no processo de produção (TOZETTO, 2019).

A filtração do mosto tem o objetivo principal de remover partículas sólidas, como cascas e bagaços, que podem causar turvação no produto final (JACKSON, 2018). A presença dessas partículas pode afetar a aparência da cerveja, tornando-a visualmente desagradável e impactando sua qualidade sensorial. Por isso, a filtragem é essencial para garantir um mosto limpo e translúcido, pronto para seguir na próxima etapa do processo (TOZETTO, 2019).

Ao lavar o bagaço, a água aquecida permite uma melhor proteção dos produtos desejados, otimizando o rendimento e garantindo que fique livre de impurezas antes de ser transferido para a caldeira de fervura. Nesse ponto, o mosto está pronto para a adição de outros ingredientes, como o lúpulo, e para passar pela fervura, dando continuidade ao processo de produção da cerveja (VENTURINI FILHO, 2010).

4.8.3 Fervura

A fervura do mosto desempenha funções físico-químicas que moldam o perfil sensorial da bebida, como a esterilização, concentração e desnaturação de proteínas presentes no mosto (TSCHOPE, 2021).

Esse processo dura de 60 a 90 minutos e envolve a eliminação de compostos sulfurosos indesejáveis, além de promover o escurecimento da cerveja por meio da ocorrência de reação de Maillard, que gera compostos como as melanoidinas, responsáveis pela cor acastanhada e aromas complexos da cerveja (MORADO, 2009).

Além disso, a fervura também é fundamental para a adição do lúpulo em duas etapas. No início, o lúpulo é incorporado para garantir o amargor da bebida, enquanto uma segunda adição ocorre ao final da fervura para acentuar o aroma característico da cerveja (TOZETTO, 2017).

Essa fase também ajuda na coagulação de proteínas, aumentando a clareza do mosto, além de garantir a esterilização e a dissolução de açúcares e acessórios necessários. As caldeiras de aço inoxidável são comumente usadas nesse processo, utilizando sistemas de aquecimento variados para garantir o controle da fervura e seus efeitos benéficos (CAVALCANTI; NASCIMENTO; VASCONCELOS, 2021).

4.8.4 Tratamento do Mosto

Após a fervura do mosto, diversas etapas são realizadas para preparar o líquido para a fermentação e eliminar impurezas indesejadas. Uma dessas etapas é o resfriamento do mosto, que ocorre imediatamente após a fervura. O mosto é transferido para outro tanque, onde durante cerca de 30 minutos, as proteínas desnaturadas na fervura, juntamente com outras partículas sólidas, são decantadas, formando o trub (MORADO, 2009).

O resfriamento do mosto é essencial para preparar o ambiente adequado à ação das leveduras, sendo que a temperatura de resfriamento depende do tipo de cerveja a ser produzida. As cervejas lager são resfriadas entre 7 a 15°C, enquanto as cervejas ale são resfriadas entre 18 a 22°C (ALMEIDA E SILVA, 2005).

Além do resfriamento, ocorre a aeração do mosto, um passo fundamental para o início da fermentação. A aeração fornece oxigênio suficiente para as leveduras, que utilizam esse oxigênio no início da fermentação para a respiração celular e as reservas de ácidos graxos insaturados e esteróis, componentes essenciais das membranas celulares das leveduras

(VENTURINI FILHO, 2010).

4.8.5 Fermentação

A fermentação na produção de cerveja, começa após a inoculação da levedura no mosto resfriado e aerado. Nesse processo, os açúcares fermentescíveis são metabolizados pelas leveduras, resultando na produção de etanol, dióxido de carbono (CO₂) e uma variedade de subprodutos que contribuem para a complexidade de sabor da cerveja, como álcoois superiores, ésteres, ácidos orgânicos e sulfurados (ARAÚJO; SILVA; MINIM, 2003).

As leveduras cervejeiras, como *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces uvarum* (ou *carlsbergensis*), são as principais responsáveis pela fermentação. Em condições anaeróbicas, elas convertem a glicose em etanol e gás carbônico, enquanto, na presença de oxigênio, elas oxidam os açúcares em água e gás carbônico (VENTURINI FILHO, 2010). O processo também resulta em uma redução do pH, que atinge valores entre 4,3 e 4,6 no final da fermentação (ARAÚJO; SILVA; MINIM, 2003).

Existem dois principais tipos de fermentação na produção de cerveja: a de alta temperatura, entre 18°C e 22°C, na qual a levedura *Saccharomyces cerevisiae* fermenta a cerveja ale, formando uma camada de espuma devido à elevação das células de levedura com o CO₂; e a de baixa fermentação, entre 7°C e 15°C, que utiliza *Saccharomyces uvarum*, na qual a levedura sedimenta no fundo do tanque, produzindo as cervejas lager (TSCHOPE, 2021).

Além desses tipos, há uma fermentação espontânea, que ocorre com leveduras naturais presentes no ar, como nas cervejas do estilo Lambic (BRUST, 2017).

A carbonatação natural da cerveja é gerada pelo CO₂ produzido durante a fermentação (SPARROW, 2005).

4.8.6 Maturação

Após a retirada do fermento, a fase de maturação da cerveja tem início e se estende por, no mínimo, 72 horas. O processo de fermentação é dividido em duas etapas: a fermentação primária e a fermentação secundária. Esta última visa, principalmente, à clarificação e ao refinamento da cerveja, promovendo a precipitação de leveduras, proteínas e polifenóis, além de melhorar o perfil sensorial do produto (BRASIL, 2014).

Durante a maturação, o foco é diminuir a presença de compostos indesejados como

diacetil (2,3-butanodiona), acetaldeído (etanal) e ácido sulfídrico (H_2S), além de evitar oxidações prejudiciais (SPARROW, 2005).

Esse processo ocorre a baixas temperaturas, favorecendo a precipitação dos resíduos de leveduras e a melhoria do sabor da cerveja. A estabilização da densidade específica do líquido indica o término da fermentação secundária, quando a maior parte dos açúcares fermentáveis já foi convertida em álcool e outros subprodutos desejados. A compactação do sedimento de fermentação, formado por leveduras, também é um sinal do fim desse processo (MORADO, 2009).

A fermentação secundária também é responsável pela carbonatação natural da cerveja, resultado da produção de gás carbônico pelas leveduras. Em alguns casos, pode-se utilizar uma contrapressão de CO_2 de 0,8 a 1,0 atm para otimizar a carbonatação, seja com o gás recuperado da fermentação ou adquirido de fornecedores especializados (VENTURINI FILHO, 2010).

A maturação é considerada uma fase de "afinamento" da cerveja, sendo essencial para o desenvolvimento do sabor, aroma e clareza visual, (SILVA, 2014).

4.9 COMPOSTOS IMPORTANTES NAS CERVEJAS

4.9.1 Antioxidantes

Os antioxidantes podem ser classificados em primários e secundários. Os antioxidantes primários, como compostos fenólicos e carotenoides, atuam neutralizando radicais livres. Os antioxidantes secundários, como hidroxianisol de butila (BHA), hidroxitolueno de butila (BHT), ácido ascórbico e tocoferóis, complexam íons metálicos e bloqueiam a suspensão de peróxidos, ajudando a retardar os processos oxidativos (OLIVEIRA NETO, 2017).

A cerveja, especialmente pelos seus ingredientes como lúpulo e cevada, contém compostos antioxidantes semelhantes aos encontrados no vinho. O lúpulo possui substâncias como xanthohumol e isoxanthohumol, que são reconhecidas por suas propriedades antioxidantes. Além disso, a presença de vitaminas do complexo B e polifenóis nas matérias-primas da cerveja também contribui para seu potencial antioxidante (AQUARONE, 2011).

A quantidade total de antioxidantes na cerveja varia de acordo com o tipo de cerveja, conforme as matérias-primas e o processo de produção (FEISTAUER, 2016).

Avançadas técnicas analíticas permitem dissecar e quantificar com precisão os antioxidantes presentes nas cervejas, revelando como cada ingrediente e cada etapa do processo

de fabricação moldam o perfil bioativo final. Na cerveja de gengibre, a incorporação da raiz transcende a simples aromatização, infundindo a bebida com gingeróis, shogaóis e outros compostos funcionais que ampliam tanto o caráter sensorial quanto o potencial antioxidante da bebida. Tal variação enfatiza a necessidade de escolhas produtivas deliberadas e criteriosas, demonstrando que a utilização de elementos diferenciados, como o gengibre, pode redefinir a experiência de consumo e agregar valor nutricional, estético e sensorial à cerveja artesanal (SOARES, 2021).

4.9.2 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são um grupo de substâncias originárias do metabolismo secundário das plantas, sendo uma mistura complexa que varia em estrutura química e reatividade. Eles possuem anéis aromáticos com grupos hidroxilas, e suas características dependem de fatores como o estágio de desenvolvimento da planta, condições ambientais, tipo de solo, manejo e processamento (BERTOLDI, 2016).

Esses compostos desempenham um papel fundamental nas características sensoriais de alimentos, como cor e sabor, além de atuarem como agentes antioxidantes que protegem contra a deterioração oxidativa. No entanto, em excesso, podem causar perda de cor, adstringência e amargor, e também interagir de forma indesejável com proteínas, carboidratos e minerais (NUTAKOR *et al.*, 2021).

Em termos de saúde, os compostos fenólicos oferecem benefícios significativos, incluindo atividades antioxidantes, anti-inflamatórias, anti mutagênicas e anticancerígenas. Sua função como conservante natural e antioxidante é crucial, pois eles podem inibir enzimas envolvidas na rancidez oxidativa (MACEDO, 2018; EMBUSCADO, 2015).

No caso da cerveja de gengibre, que tem ganhado popularidade, os compostos fenólicos desempenham um papel importante tanto nos benefícios à saúde quanto nos impactos sensoriais da bebida. A oxidação desses compostos, como os taninos, pode afetar negativamente a qualidade da cerveja, resultando no escurecimento da bebida, o que é relevante para a indústria cervejeira (MACIEL; ELÓI; JORDÃO, 2013).

Os antioxidantes presentes na cerveja, incluindo os compostos fenólicos, ajudam a proteger componentes oxidáveis, como lipídios, proteínas e vitaminas, preservando a qualidade da bebida e estendendo sua vida útil. O estudo dos compostos fenólicos é essencial não apenas para melhorar a qualidade sensorial dos alimentos, mas também para promover benefícios à

saúde e aumentar a durabilidade dos produtos alimentícios (OLIVEIRA NETO, 2017).

4.9.3 Compostos Voláteis

Os compostos voláteis desempenham um papel essencial na caracterização sensorial e na qualidade das bebidas fermentadas, como a cerveja de gengibre derivada de *back-slopping*, consiste em uma técnica ancestral de fermentação, na qual uma porção de uma batelada já fermentada é incorporada a uma nova mistura de substrato, funcionando como uma “cultura de partida” capaz de perpetuar o ecossistema microbiano característico do processo. Essa prática, além de conferir singularidade sensorial ao produto final, promove uma fermentação mais ágil e estável, inibindo o desenvolvimento de microrganismos patogênicos e potencializando o valor nutricional da bebida.

Estes compostos são responsáveis pelas características aromáticas e gustativas da bebida, sendo fundamentais para sua percepção sensorial. A identificação e análise desses compostos são cruciais para entender o perfil sensorial da cerveja (OLIVEIRA et al., 2024).

Estudos realizados por Oliveira et al. (2024) destacam compostos voláteis encontrados exclusivamente na cerveja de origem derivada de *back-slopping*, como 1,5-heptadieno-2,6-dimetil, α -cubebeno, β -elemeno e bisabolona, que são indicados para a formação de um perfil aromático distinto. Em comparação, a cerveja de origem comum (GB) apresentou compostos diferentes, como 2-careno, α -farneseno, geraniol e eremoligenol, resultando em uma diversidade de compostos que refletem a complexidade da variação e ativação do *back-slopping*.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar a produção da cerveja de gengibre, abordando desde a seleção das matérias-primas até os parâmetros de qualidade e as etapas do processo produtivo. Ao longo deste estudo, foi possível compreender que a inserção do gengibre na formulação da cerveja não apenas agrega características sensoriais diferenciadas, como também valoriza o produto no mercado, atendendo às demandas crescentes dos consumidores por bebidas artesanais e inovadoras.

Foram discutidas as particularidades de cada insumo utilizado, destacando-se o papel fundamental do gengibre, tanto pelas suas propriedades sensoriais – conferindo sabor picante e odor característico – quanto pelos seus benefícios funcionais, como ação antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória. Também foi possível observar que o controle rigoroso de parâmetros, como pH, teor alcoólico, cor, aroma e sabor, é indispensável para garantir a qualidade final da bebida.

O desenvolvimento da cerveja de gengibre, dentro do contexto artesanal, representa uma oportunidade de diversificação e inovação para o setor cervejeiro brasileiro, que tem crescido bastante a partir dos anos 2000. Além disso, o uso de ingredientes não convencionais, como o gengibre, reforça a tendência de personalização e valorização de produtos regionais, contribuindo para o fortalecimento da economia local e para a expansão do mercado de cervejas especiais.

Diante disso, pode-se inferir que a produção da cerveja de gengibre é viável tanto do ponto de vista técnico quanto mercadológico. A adoção de boas práticas de fabricação e o domínio dos processos proporcionam um produto de alta qualidade, capaz de atender às expectativas dos consumidores contemporâneos, que buscam não apenas sabor e experiência sensorial, mas também inovação e autenticidade. Assim, os objetivos propostos neste trabalho foram plenamente atingidos, oferecendo uma contribuição relevante para o segmento de bebidas artesanais e para futuras pesquisas na área.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA e SILVA, J. **Cerveja**. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

AQUARONE, E. **Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. [S. l.], 2011. p. 5-2024.

ARAÚJO, F.; SILVA, P.; MINIM, V. **Perfil sensorial e composição físicoquímica de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 23, n. 2, p. 121-128, 2003.

BERTOLDI, M. **Fenólicos em Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench): Fatores que afetam o conteúdo e atividade antioxidante**. 2016. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BHASKARAN, S. **Incremental innovation and business performance: small and medium size food enterprises in a concentrated industry environment**. *Journal of Small Business Management*, v. 44, n. 1, p. 64-80, 2016.

BRASIL. **Decreto n. 2.314, de 04 de setembro de 1997**. Regulamenta a Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Número de cervejarias registradas no Brasil cresce 12% em 2021**. Brasília, 17 jan. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias-2022/numero-de-cervejarias-registradas-no-brasil-cresce-12-em-2021>. Acesso em: 23 jun. 2025.

BRUST, J. **Coma**. In: ROWLAND, L. P. (Ed.). *Merritt tratado de neurologia*. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. cap. 4, p. 19-27.

CAVALCANTI, A.; NASCIMENTO, D.; VASCONCELOS, T. **O uso de fitoterápicos durante a gravidez: gengibre (*Zingiber officinale*) e seus benefícios**. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 14, p. e598101422538, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i14.22538.

COELHO-COSTA, E. **A bebida de Ninkasi em terras tupiniquins: O mercado da cerveja e o Turismo Cervejeiro no Brasil**. *Revista Iberoamericana de Turismo*, Penedo, v. 5, p. 22-41, 2015.

CONCEIÇÃO, S. **Efeitos do Gengibre, do Alho e do Funcho na Saúde**. Porto: Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde, 2013.

DALLACORT, G. **Curso de formação operador cervejeiro - Brassagem**. 3. ed. Lages: AMBEV, 2013.

- DELFORNO, V. **Produção de cerveja artesanal: uma revisão bibliográfica e análise de mercado para implementação de uma cervejaria artesanal em Araraquara – SP.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/216216>. Acesso em: 11 set. 2025.
- ENGINEERING FOODS. **Fluxogramas de Produção de Cerveja.** 2011.
- FEISTAUER, L. **Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante de Cervejas.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 10, n. 2, p. 1062-1071, 2016.
- FERREIRA, R.; et al. **Inovação na fabricação de cervejas especiais na região de Belo Horizonte.** Perspectivas em Ciência da Informação, v. 16, n. 4, p. 171-191, 2011.
- GHINI, R.; DOMINGUES, F.; BETTIOL, W. **Casca de camarão para o controle de Murcha de Fusarium em gengibre.** Circular Técnica, 11. Embrapa: Jaguarúna, 2016.
- JACKSON, M. **Great Beers of Belgium.** Grand Central Publishing, 2018.
- KATZ, S. **A Arte da Fermentação.** SESI-SP Editora, 2014.
- KIHN, J. *et al.* **Yeast flocculation: factors affecting the measurement of flocculence.** Canadian Journal of Microbiology, v. 34, p. 779-781, 1988.
- KIRIN HOLDINGS. **Global Beer Consumption Report 2023.** [S.l.: s.n.], 2023. Disponível em: https://www.kirinholdings.com/en/news/2023/0328_01.html. Acesso em: 8 out. 2025.
- KROL, A. **Vivement une vraie bière locale!** In: La Presse. Montréal, Canadá, 20 ago. 2005.
- KUCK, L. **Cerveja: Sabor e Aroma.** Trabalho acadêmico de Curso de Bacharelado em Química de Alimentos – Universidade de Pelotas, RS. 2008.
- LI, M.; et al. **The antimicrobial peptide-sensing system of Staphylococcus aureus.** Molecular Microbiology, v. 66, n. 5, p. 1136-1147, 2007.
- LIMA, N.; MOTA, M. **Biotecnologia: fundamentos e aplicações.** v. 1. Lisboa: Lidel, 2003.
- LIMA, P. *et al* **Avaliação de doses de misturas de materiais orgânicos na produção de café em propriedades familiares das matas de Minas.** In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba. Anais [...] Curitiba: Consórcio Pesquisa Café, 2015. p. 1-6. dez. 2023.
- MACHADO, E. **Desenvolvimento e caracterização de cerveja artesanal com adição de cacau.** 2017. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.
- MADRID, A. **Manual das indústrias de alimentos: processo de produção da cerveja.** São Paulo: [s. n.], 1996. p. 285-313.

- MAGALHÃES, M.; *et al.* **Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) brasileiro: aspectos gerais, óleo essencial e óleo resina.** Parte 2 - secagem, óleo essencial e óleo resina *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 17, n. 2, p. 132-136, 1997.
- MARTINS, P.; FERREIRA, V.. **Produção de cerveja artesanal com gengibre (*Zingiber officinale*).** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013
- MARKOWSKI, P. **Farmhouse Ales: Culture and Craftsmanship in the Belgian Tradition.** Brewers Publications, 2004.
- MATOS, F. *et al.* **Plantas tóxicas: estudo de fitotoxicologia química de plantas brasileiras.** Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011.
- MOSHER, R. **Tasting Beer: An Insider's Guide to the World's Greatest Drink.** Storey Publishing, 2009.
- MORADO, R. **Larousse da cerveja.** São Paulo: Larousse do Brasil, 2009. p. 357.
- MULLER, R. **The effects of mashing temperature and mash thickness on wort carbohydrate composition.** *Journal of the Institute of Brewing*, v. 97, n. 2, p. 85-92, 2007.
- MUXEL, A, Alfredo. Uma breve história sobre a cerveja. 2018. p. 1-3.
- MUZZOLON, E.; *et al.* **Processamento da cevada para produção de malte: parâmetros de qualidade.** Em: *Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Volume 3.* [sl] Editora Científica Digital, 2021. p. 204–225.
- NUTAKOR, C.; *et al.* **Ginger Beer: Uma Visão Geral dos Benefícios para a Saúde e Desenvolvimentos Recentes.** *Fermentação*, v. 6, n. 4, p. 102, 2021.
- OGLE, M. *Ambitious brew. The story of american beer.* Orlando (Estados Unidos): Harcourt, 2006, p. 422.
- OLIVEIRA NETO, J. **Antioxidantes na Indústria de Alimentos: Fundamentos e Aplicações.** São Paulo: Editora Blucher, 2017.
- OLIVEIRA, L.; *et al.* **Cerveja de gengibre derivada de back-slopping: Compostos voláteis, comunidades microbianas em ativação e fermentação, metabólitos e características sensoriais.** *Química Alimentar*, v. 435, p. 137640, 2024. ISSN 0308-8146.
- POLK, D. **No Jardim De Deeden: Cerveja De Gengibre,** 2018.
- REBELLO, F. **Produção de Cerveja.** *Revista Agrogeoambiental, Inconfidentes*, n. p. 145-155, dez. 2009.
- ROSALIN, J. **A trajetória da cerveja no Brasil: uma proposta de aproximação com a teoria da sucessão dos meios geográficos.** *Geografia (Londrina)*, v. 30, n. 1, p. 149–165, jan. 2020.

SALVADOR, J.; SHINOHARA, N. **Otimização do processo de desidratação osmótica do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe).** 2013.

SHAHRAJABIAN, M.; SUN, W.; CHENG, Q. **Usos farmacológicos e benefícios para a saúde do gengibre (*Zingiber officinale*) na medicina tradicional asiática e chinesa antiga e na prática moderna.** *Notulae Scientia Biologicae*, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 309–319, 2019.

SILVA, E. **Bebida mista industrializada de frutas e vegetais "detox": caracterização química, potencial antioxidante e estudo da rotulagem geral e nutricional.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia, 2018.

SILVA, J. **Tecnologia de Bebidas: matéria prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado.** São Paulo: Edgard Blucher, 2014.

SILVA, W. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de aceroleira.** 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

SINDICERV. **Mercado de cerveja zero multiplica por cinco no Brasil entre 2019 e 2024.** Disponível em: <https://sindicerv.com.br/noticias/mercado-de-cerveja-zero-multiplica-por-cinco-no-brasil-entre-2019-e-2024/>. Acesso em: 26 jun. 2025.

SOARES, N. **Tempo de mudança.** *Engarrafador Moderno*, São Caetano do Sul, n. 205, p. 14-22, 2021.

SOUSA, L.; PROENÇA, D. **Os Benefícios do Gengibre (*Zingiber officinale*) para a Saúde Humana.** *Saúde Meio Ambient.*, v. 12, p. 79-92, 2023.

SOHRABVANDI, S.; MORTAZAVIAN, A. M.; REZAEI, K. **Health-related aspects of beer: a review.** *International Journal of Food Properties*, v. 15, n. 2, p. 350-373, 2022.

SPARROW, J. **Wild Brews: Beer Beyond the Influence of Brewer's Yeast.** Brewers Publications, 2005.

SPIESS, S. **O que é Malte?** O Caneco, 2015.

TAPSELL, L. **Gestão da inovação.** Porto Alegre: Bookman, 2008.

TOZETTO, L. **Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*Zingiber officinale*).** 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

TOZETTO, L. *et al.* **Produção e caracterização físico-química de cerveja artesanal com gengibre (*Zingiber officinale*).** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 4, p. 962–970, 2019.

TSCHOPE, E. **Microcervejarias e cervejarias: a história, a arte e a tecnologia.** São Paulo: Aden, 2021.

VIEIRA, A. **Apostila de Produção de Cervejas Artesanais**. São Paulo: Acerva Paulista, 2009. 30 p.

VENTURINI FILHO, W. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. v. 1. São Paulo: Blucher, p. 15-20, 2010.

WILLIAMS, J.; FRIEDMAN, W. **Identification of diploid endosperm in an early angiosperm lineage**. Nature, v. 415, p. 522-526, 2002.

WORLD POPULATION REVIEW. **Beer consumption by country 2025**. Disponível em: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/beer-consumption-by-country>. Acesso em: 21 set. 2025.