



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



EDUARDO HENRIQUE CESCHINI

CERVEJAS NÃO CONVENCIONAIS: UMA REVISÃO

PATOS DE MINAS

2024



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



CERVEJAS NÃO CONVENCIONAIS: UMA REVISÃO

Eduardo Henrique Ceschini

Trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Neiton Carlos da Silva

PATOS DE MINAS

2024



HOMOLOGAÇÃO Nº 110

EDUARDO HENRIQUE CESCHINI

Cervejas não convencionais: uma revisão

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. Neiton Carlos da Silva
Orientador - FEQUI/UFU

Prof.ª Dr.ª Líbia Diniz Santos
FEQUI/UFU

Prof. Dr. Marcos de Souza Gomes
IQUFU

Patos de Minas, 7 de maio de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Neiton Carlos da Silva, Presidente**, em 07/05/2024, às 10:33, 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 **Libia Diniz Santos, Membro de Comissão**, em 07/05/2024, às 10:35, 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 **Marcos de Souza Gomes, Membro de Comissão**, em 07/05/2024, às 10:59, 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 **5352951** e o código CRC **B6365AFE**.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar a minha mais profunda gratidão a todos aqueles que me apoiaram durante a realização do meu Trabalho de Conclusão de Curso.

Primeiramente, agradeço ao orientador Dr. Neiton Carlos Silva, por todo o tempo, dedicação e conhecimento compartilhado. Sua orientação foi essencial para o sucesso deste trabalho, e sou imensamente grato por sua disponibilidade em me auxiliar em cada etapa do processo.

Agradeço também aos meus familiares, Valério Ceschini, Simeri Bernardo Castanheira Ceschini e Nádia Ceschini por sempre estarem me apoiando e me incentivando a todos esses anos na faculdade e me apoiarem em toda a graduação. Aos amigos e colegas de turma; Pedro Henrique Baggini Alves, Karolina Prisco Borba, Julia Melo, Mario José Pereira Menin e Fernando Barra Coli que me apoiaram durante todo o percurso acadêmico. Seja através de palavras de incentivo, vocês foram fundamentais para que conseguisse concluir mais essa etapa em minha vida.

Por fim, agradeço a nossa instituição de ensino, que me proporcionou todas as ferramentas necessárias para desenvolver o meu TCC. Agradeço aos professores e demais funcionários que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste TCC, o meu mais sincero agradecimento. Vocês fizeram parte dessa conquista e sempre serão lembrados por isso.

Que este trabalho possa contribuir de alguma forma para o conhecimento acadêmico e para a sociedade como um todo.

Muito obrigado!

“Prover ao mundo alimento
respeitando a natureza
traz segurança e o sustento
da verdadeira riqueza!”
(PACCOLA, Renata, 2023,pg 86)

RESUMO

Cerveja artesanal não convencional é um termo utilizado para descrever cervejas produzidas de forma artesanal e com matérias primas ou ingredientes não convencionais ou adicionais. Essas cervejas são geralmente produzidas em pequenas quantidades, utilizando técnicas tradicionais e receitas criativas. Existem diversas publicações científicas e pesquisas acadêmicas sobre cervejas artesanais, seus ingredientes e processos de produção.

Este estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a produção de cervejas artesanais não convencionais utilizando matérias-primas alternativas. É abordado diferentes ingredientes (cereais, hortaliças, frutas e especiarias) e técnicas utilizados na produção de cervejas artesanais (adição de leveduras não convencionais, remoção de glúten, diminuição do teor alcoólico das cervejas). Os diferentes ingredientes como: o arroz é utilizado como adjunto na fabricação de cervejas, resultando em uma menor produção de etanol. O arroz preto é uma variedade aromática que foi desenvolvida pelo Instituto Agrônomo de Campinas. Estudos também mostram que é possível enriquecer a cerveja com farinha de feijão preto, resultando em características sensoriais intensas. Outras pesquisas exploraram o uso de diferentes hortaliças e frutas na produção de cervejas, como abacaxi, acerola, banana, cana-de-açúcar, graviola, laranja, manga, pitaita e uva. Esses ingredientes conferem sabores e aromas diferenciados à cerveja. Estudos também foram realizados sobre a adição de café, capim-cidreira, erva-mate, pimenta dedo de moça e pimenta rosa em cervejas artesanais, resultando em características sensoriais únicas. Também foram exploradas as diferentes técnicas de produção de cervejas através da adição de leveduras não convencionais na produção de cerveja, assim como a produção de cervejas sem glúten. A pesquisa também abordou a produção de cervejas com baixo teor alcoólico e cervejas escuras utilizando ingredientes não convencionais. O interesse por esses tipos de cervejas está crescendo devido a mudanças nos estilos de vida e preferências dos consumidores. Diferentes métodos e técnicas são utilizados para obter cervejas com características específicas, levando em consideração a estabilidade, a aceitação dos consumidores e a qualidade sensorial do produto.

Palavras-chave: cervejas artesanais; cervejas não convencionais; matérias-primas alternativas; adjuntos; hortaliças; leveduras não convencionais.

ABSTRACT

Craft unconventional beer is a term used to describe beers produced in an artisanal way and with non-conventional or additional raw materials or ingredients. These beers are generally produced in small quantities, using traditional techniques and creative recipes. There are several scientific publications and academic researches on craft beers, their ingredients, and production processes.

This study aimed to conduct a literature review on the production of unconventional craft beers using alternative raw materials. It addresses different ingredients (cereals, vegetables, fruits, and spices) and techniques used in the production of craft beers (addition of non-conventional yeasts, gluten removal, reduction of alcohol content in beers). Different ingredients such as rice are used as adjuncts in beer production, resulting in lower ethanol production. Black rice is an aromatic variety that was developed by the Agronomic Institute of Campinas. Studies also show that it is possible to enrich beer with black bean flour, resulting in intense sensory characteristics. Other researches have explored the use of different vegetables and fruits in the production of beers, such as pineapple, acerola, banana, sugarcane, soursop, orange, mango, dragon fruit, and grape. These ingredients confer differentiated flavors and aromas to the beer. Studies have also been conducted on the addition of coffee, lemongrass, yerba mate, chili pepper, and pink pepper in craft beers, resulting in unique sensory characteristics. Different production techniques have also been explored through the addition of non-conventional yeasts in beer production, as well as the production of gluten-free beers. The research also addressed the production of low-alcohol beers and dark beers using non-conventional ingredients. The interest in these types of beers is growing due to changes in consumer lifestyles and preferences. Different methods and techniques are used to obtain beers with specific characteristics, taking into account the stability, consumer acceptance, and sensory quality of the product.

Keywords: craft beers; unconventional beers; alternative raw materials; adjuncts; vegetables; non-conventional yeasts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico - Percentual de Estabelecimento por região.....	5
Figura 2: Estabelecimentos registrados.....	8
Figura 3 - Grãos de cevada	9
Figura 4 - Água a principal matéria-prima da cerveja	10
Figura 5 - Levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	13
Figura 6: Fluxograma do processo de fabricação de cerveja.....	14
Figura 7 - Moedor de rolo caseiro para cervejas artesanais	15
Figura 8 – Tina de Mosturação (Brasagem).....	16
Figura 9: Filtragem separando o do mosto do liquido	17
Figura 10 – Dorna de fermentação.....	19
Figura 11: Maturação de cerveja em barril de carvalho	20
Figura 12: Clarificação da Cerveja	21
Figura 13 - Envase da Cerveja artesanal 4 bicos	22
Figura 14 - Arroz preto integral (a), arroz branco integral (b),.....	24
Figura 15 - Representação do abacaxi	30
Figura 16 - Acerolas com cores e tamanhos variados.....	31
Figura 17 - Fruto de Graviola	36
Figura 18 - Os componentes de um fruto cítrico típico	37
Figura 19 - Manga cv. Espada	39
Figura 20 - Frutos da Pitaya.....	40
Figura 21 - Imagem de uvas.....	41
Figura 22 - Alcachofra	42
Figura 23 - Beterraba	43
Figura 24 - Brócolis	44
Figura 25 - Imagem Cenouras.....	45
Figura 26: Gengibre.....	46
Figura 27 - Pepino Caipira	47
Figura 28 - Folhas de Louro.....	48
Figura 29 - Capim Cidreira (<i>Cymbopogon citratus</i>).....	49
Figura 30 - Erva- mate	50
Figura 31 - Pimenta dedo de moça.....	51
Figura 32 - Ramo de aroeira- vermelha com frutos imaturos	51

Figura 33 - Representação gráfica dos processos térmicos utilizados para obtenção	58
Figura 34 - Representação gráfica de processos baseados em membrana	59
Figura 35 - Representação gráfica dos processos biológicos usados para obter NAB (Compilação do processo de fabricação de cerveja da Encic. Britanica).	60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃOs _____	1
2. OBJETIVOS _____	2
2.1. Objetivos Específicos _____	2
3. METODOLOGIA _____	2
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA _____	3
4.1. Histórico _____	3
4.2. Produção de Cerveja no Brasil _____	4
4.3. Processo de Produção de Cerveja _____	9
4.3.1. Matérias-primas _____	9
4.3.1.1. Malte _____	9
4.3.1.2 Água _____	10
4.3.1.3 Lúpulo _____	11
4.3.1.4 Fermento _____	12
4.3.2 Fabricação de Cerveja _____	13
4.3.2.1 Moagem do malte _____	14
4.3.2.2. Mosturação _____	15
4.3.2.3. Filtração do mosto (clarificação) _____	16
4.3.2.4. Fervura _____	17
4.3.2.5. Tratamento do mosto _____	18
4.3.2.6. Fermentação _____	18
4.3.2.7. Maturação _____	19
4.3.2.8. Clarificação da cerveja _____	20
4.3.2.10. Envase _____	21
4.4 Produção de Cervejas não Convencionais : Matérias-primas alternativas ____	22
4.4.1. Cereais _____	23
4.4.1.1 Arroz _____	23
4.4.1.2 Feijão _____	27

4.4.2 Frutas	29
4.4.2.1 Abacaxi	29
4.4.2.2 Acerola	30
4.4.2.3 Banana	32
4.4.2.4 Caldo de cana-de-açúcar	34
4.4.4.5 Café	35
4.4.2.6 Graviola	36
4.4.2.7 Laranja e casaca da laranja	37
4.4.2.8 Manga	38
4.4.2.9 Pitaya	39
4.4.2.10 Uvas	40
4.4.3 Hortaliças	41
4.4.3.1 Alcachofra	41
4.4.3.2 Beterraba	42
4.4.3.3 Brócolis	43
4.4.3.4 Cenoura	44
4.4.3.5 Gengibre	45
4.4.3.5 Pepino	46
4.4.3.6 Louro	47
4.4.4 Especiarias	48
4.4.4.1 Capim-cidreira	48
4.4.4.2 Erva- mate	49
4.4.4.3 Pimenta dedo de moça	50
4.4.4.4 Pimenta rosa	51
4.5 Uso de Leveduras não convencionais na produção de cerveja	52
4.6 Cervejas Sem Glúten	54
4.7 . Cervejas com Baixo Teor Alcólico	57
4.7.1 Técnicas para remoção completa ou parcial de álcool	58
4.7.1.1 Tratamentos Térmicos	58
4.7.2 Processos de Separação por Membrana	59
4.7.3 Processos Biológicos	59
4.8 Cervejas Escuras	62

5.	CONCLUSÕES	64
6.	REFERÊNCIAS	66

1. INTRODUÇÃO

Cerveja artesanal não convencional é um termo utilizado para descrever cervejas produzidas de forma artesanal e com matérias primas ou ingredientes não convencionais ou adicionais. Essas cervejas são geralmente produzidas em pequenas quantidades, utilizando técnicas tradicionais e receitas criativas. Existem diversas publicações científicas e pesquisas acadêmicas sobre cervejas artesanais, seus ingredientes e processos de produção. (MOSHER, 2009).

Hieronimus (2012), ressaltou que a utilização de ingredientes não convencionais na produção de cervejas artesanais, pode adicionar complexidade e sabor às cervejas. Esses ingredientes trazem características únicas que se destacam, proporcionando uma experiência sensorial diferenciada para os consumidores.

Dredge (2014) ressaltou a importância da criatividade na produção de cervejas artesanais. Segundo ele, a exploração de diferentes ingredientes proporciona uma infinidade de possibilidades de sabor, aroma e cor, levando os consumidores a descobrir novos horizontes no mundo da cerveja.

A produção de cervejas artesanais não convencionais tem ganhado cada vez mais destaque e apreciadores ao redor do mundo. Diferente das cervejas comerciais convencionais, as cervejas artesanais proporcionam uma experiência única ao paladar, com sabores e aromas distintos que resultam de ingredientes não convencionais. Neste contexto, variadas matérias-primas têm sido utilizadas por produtores inovadores na busca por novas experiências sensoriais, além de modificações no processo convencional de produção de cerveja, que podem agregar nas características do produto final (BAMFORTH, 2018).

De acordo com Batista (2021), estima-se que haja mais de 20 mil variações de cervejas ao redor do mundo. Essa diversidade é resultado de modificações nas etapas do processo de fabricação, como variações de tempo e temperatura durante a mosturação, fermentação e maturação, bem como o uso de ingredientes distintos, como trigo, milho, centeio, arroz, mel e frutas, que podem alterar o sabor do produto. Pesquisas têm mostrado que a inclusão de outros ingredientes na produção de cerveja contribui para a adição de compostos bioativos, aumentando assim o valor nutricional da bebida.

Pode-se usar também na cerveja, especiarias que essas são usadas para dar sabor, coloração ou até mesmo preservar e conferir aroma a bebida. A cerveja artesanal pode ser produzida em pequena escala, com ingredientes selecionados visa atender consumidores mais exigentes, assim a qualidade da bebida é mais importante do que a quantidade, o que se difere da cerveja tradicional, que por ser em grande escala a qualidade geralmente não prevalece (SANTOS, et al., 2022).

Diante do exposto, esse trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão da literatura sobre o processo de produção de cerveja não convencional envolvendo matérias-primas alternativas.

2. OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivo principal realizar o levantamento bibliográfico do processo de produção de cervejas não convencionais e suas especificidades.

2.1. Objetivos Específicos

- Levantamento de dados bibliográficos entre 2012 a 2024, voltados para a fundamentação teórica sobre a evolução da cerveja;
- Panorama atualizado do mercado nacional cervejeiro (mapa da cerveja);
- Levantamento do processo produtivo de cervejas artesanais;
- Referencial teórico sobre estudos utilizando matérias-primas alternativas para a produção de cervejas artesanais não convencionais frutadas, ou com adição de vegetais, ou com baixo teor alcoólico, além de usos de processos de otimização da quantidade de álcool, sem glúten e de cores escuras.

3. METODOLOGIA

O delineamento deste estudo consistiu em uma revisão sistemática, que se baseou em mais de 300 pesquisas por artigos científicos (de 2012 a 2024) em periódicos científicos indexados ao Portal da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no Google Acadêmico, na *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e na *Science Direct*, além de livros e artigos de jornais disponíveis na web. Os critérios de inclusão abrangeram trabalhos publicados em

português ou inglês, e artigos completos indexados nos mencionados bancos de dados. Nas pesquisas foram utilizadas inúmeras palavras chaves, sendo as principais: cerveja artesanal não convencional, leveduras, matérias-primas não convencionais para produção de cerveja, cervejas frutadas, hortaliças, legumes, especiarias, cerveja sem glúten, cerveja com baixo teor alcoólico, cerveja escura, dentre vários outros.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Histórico

O sabor da cerveja é influenciado por vários fatores, tais como a matéria-prima empregada, o tipo de processo utilizado, a levedura selecionada e os compostos gerados durante a fermentação e maturação. Esses elementos têm um impacto significativo nas características sensoriais da bebida (CARVALHO et al., 2007).

A fabricação de cerveja é uma tradição milenar que faz parte da história e sua evolução. Acredita-se que a prática de fazer cerveja tenha se originado na região da Mesopotâmia, onde a cevada crescia em estado selvagem. Há evidências de que a cerveja maltada já era produzida na Babilônia por volta de 6000 a.C., sendo os sumérios considerados a primeira civilização a fabricar cerveja. Após a queda do império sumério, os babilônios aprimoraram a tecnologia de produção de cerveja (DRAGONE; 2010).

A Lei da Pureza (*Reinheitsgebot*), criada por Guilherme IV, Duque da Baviera, em 23 de abril de 1516, é conhecida como o código mais antigo relacionado à produção de cerveja. Essa lei estipulava que a cerveja deveria ser feita exclusivamente com água, malte, lúpulo e levedura. No entanto, atualmente, são adicionados à fabricação da cerveja outros ingredientes e aditivos alimentares (MELO, 2018).

As cervejas são classificadas nas famílias Lager e Ale. As Lagers são cervejas de baixa fermentação, que acontece em temperaturas aproximadas de 8° a 15°C, e permanece em torno de 14 dias. Após esse período, as leveduras ficam concentradas no fundo do tanque, resultando em cervejas geralmente mais leves e claras, com menor teor alcoólico, refrescantes e menos amargas que as Ales. Entre os estilos pertencentes à família Lager estão as populares: *Pilsener* (ou *Pilsen*), *Helles*, *Vienna Lager*, *Dunkel* e *Bock*. Apesar da Lager ser associada as cervejas refrescantes e claras, nem toda Lager é clara, já que o malte utilizado influencia no resultado final, conferindo notas mais ou menos tostadas à bebida. As cervejas Ale, essas são cervejas de

alta fermentação. Nesta, as leveduras sobem para a superfície do tanque durante o processo de fermentação, que ocorre entre 15° e 25°C, e permanece cerca de cinco dias. O resultado são cervejas com aromas e sabores mais complexos, com IBU (unidade internacional de amargor), em geral, mais alto. Entre as Ale com amargor mais pronunciado, estão as cervejas IPA e as Pale Ale, de amargor intenso, cítricas e florais. Além desses estilos, as *Weizenbier*, *Witbier*, *Weiss*, *Porter*, *Stout*, *Catharina Sour*, *Dubbel* e *Tripel* também estão entre as Ale mais famosas. (SINDICERV,2024).

A produção de cerveja artesanal possibilita a fabricação em pequenas quantidades para consumo no próprio local ou para embalagem e venda em outros estabelecimentos. A cerveja artesanal pode ser embalada em barris de aço inoxidável, latas ou garrafas de vidro. Normalmente, as capacidades de produção variam entre 1000 e 2000 litros por fornada, sendo que o número de fornadas por semana pode variar de um a cinco (BATISTA, 2021).

Cerevisia ou *cervisia* é o termo latino que representa a bebida atualmente conhecida como cerveja. Originado do nome atribuído pelos gauleses a uma bebida feita a partir de cevada e outros grãos, foi nomeado em homenagem à deusa Ceres, associada à agricultura e fertilidade. A cerveja é uma das bebidas alcoólicas mais populares em todo o mundo, devido à sua ampla disponibilidade, valor nutricional, capacidade de proporcionar refrescância, teor alcoólico moderado e custo acessível (ASSIS,2021).

4.2. Produção de Cerveja no Brasil

A tradição de consumir cerveja no Brasil teve início no início do século XIX, quando D. João VI da família Real Portuguesa introduziu a bebida no país. Naquela época, a cerveja era importada da Europa. Posteriormente, em 1888, a “Manufatura de Cerveja Brahma *Villigier* e Cia” foi fundada no Rio de Janeiro, seguida pela fundação da “Companhia Antartica Paulista” em São Paulo, em 1891 (MELO, 2018).

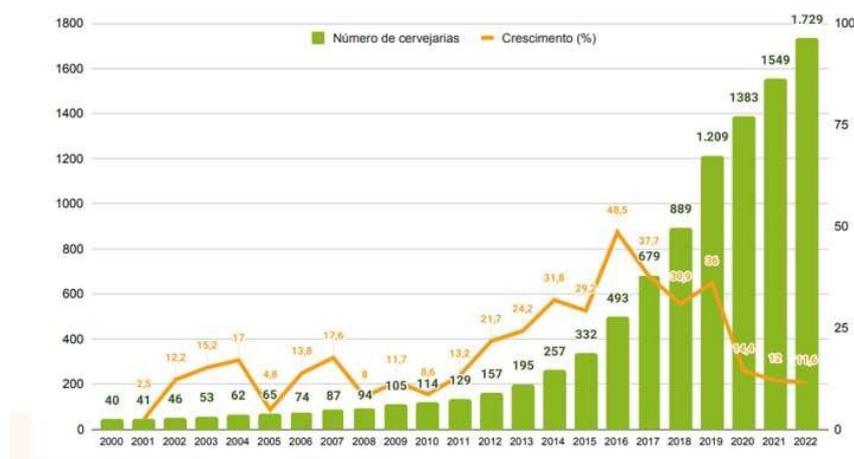
De acordo com a última edição do Anuário da Cerveja, divulgado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), os dados referentes ao ano de 2022 revelam um crescimento de 11,6% no setor cervejeiro, com a inauguração de 180 novos estabelecimentos. No total, o Brasil registra atualmente 1.729 cervejarias (MAPA, 2022).

Nas unidades da Federação não houve diminuição no número de estabelecimentos. Destaca-se o estado de Minas Gerais, que, com um acréscimo de 33 cervejarias registradas, ultrapassou Santa Catarina em 2022 para alcançar a terceira posição no ranking, com um total

de 222 estabelecimentos. São Paulo continua sendo o estado com o maior número de cervejarias registradas, com um total de 387 estabelecimentos, seguido pelo Rio Grande do Sul, que conta com 310 cervejarias (MAPA, 2022).

Segundo o levantamento, a tendência de concentração de cervejarias na região Sudeste permanece, com um total de 798 estabelecimentos registrados, representando 46,2% do total de cervejarias do Brasil. A região que apresentou o maior crescimento relativo no ano foi a Norte, que, apesar de contar apenas com 36 estabelecimentos, registrou um aumento de 20% em relação a 2021 (Figura 1).

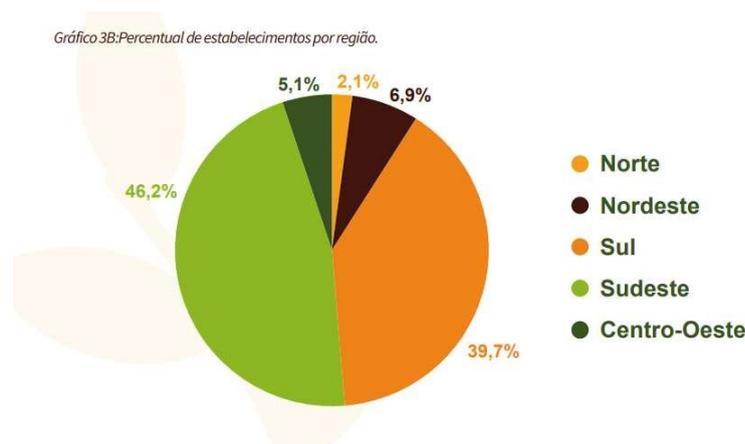
Figura 1: Gráfico- Total de Registros de Estabelecimento



Fonte: MAPA, 2023

Segundo o Anuário da Cerveja de 2023, o número de municípios com pelo menos uma cervejaria também aumentou, sendo um a cada oito municípios brasileiros possuem pelo menos uma cervejaria registrada (Figura 2). Isso significa que atualmente, há 722 municípios brasileiros com ao menos uma cervejaria, representando um aumento de 7,4% em relação a 2021, quando havia cervejarias em apenas 672 municípios brasileiros. No entanto, vale ressaltar que o Acre, Amapá e Roraima continuam sendo as únicas unidades federativas que possuem apenas um município com a presença de cervejaria (MAPA, 2022).

Figura 2: Gráfico - Percentual de Estabelecimento por região



Fonte: MAPA 2023

O Brasil ocupa atualmente o terceiro lugar no *ranking* mundial de produtores de cerveja, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos. De acordo com dados da *Euromonitor International*, empresa de mercado, é previsto que o país alcance um volume de vendas de 16,1 bilhões de litros em 2023, representando um crescimento de 4,5% em relação a 2022 (SINDICERY, 2023).

A cadeia produtiva da cerveja possui um papel de grande relevância no cenário econômico brasileiro. Ela contribui com mais de 2 milhões de empregos, entre diretos, indiretos e induzidos, e também representa cerca de 2% do Produto Interno Bruto (PIB) do país. De acordo com um estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) em parceria com o Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja (Sindicery), a cada emprego criado em uma cervejaria, são gerados, em média, 34 novos postos de trabalho em toda a cadeia produtiva (MAPA, 2022).

Esses números impressionantes também refletem na economia do país. A cadeia produtiva da cerveja é responsável pela geração de mais de 27 bilhões em salários e contribui com mais de R\$ 49,6 bilhões em tributos por ano. Isso faz com que a indústria cervejeira seja um dos principais colaboradores para o crescimento e desenvolvimento do Brasil (SINDICERY, 2023).

O Brasil conta com uma proporção de uma cervejaria registrada para cada 123.376 habitantes. Esse número representa um aumento de 10,4% na densidade cervejeira do país em

relação a 2021, quando a proporção era de um estabelecimento para cada 137.713 habitantes (MAPA, 2022).

No estado de Santa Catarina, os habitantes são os mais bem servidos no que diz respeito a cervejarias, ocupando o primeiro lugar no *ranking* com uma proporção de uma cervejaria para cada 34.132 habitantes. Por outro lado, São Paulo, apesar de ter o maior número de estabelecimentos, ocupa a sexta posição devido a sua maior população, apresentando uma cervejaria para cada 120.540 habitantes, um valor próximo à média nacional (MAPA, 2022).

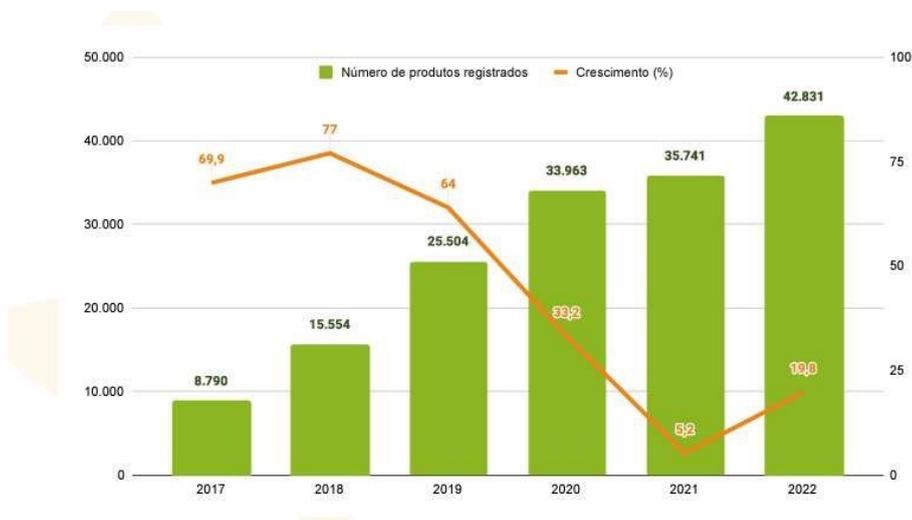
No âmbito municipal, um feito inédito foi alcançado pela cidade de Linha Nova/RS, que registrou uma densidade cervejeira abaixo de mil habitantes por estabelecimento. Considerada o município com a mais alta densidade cervejeira no Brasil, Linha Nova/RS possui uma cervejaria para cada 862 habitantes, sendo que o total de habitantes é de 1.724 pessoas. Além disso, a cidade conta com 2 cervejarias. As cervejarias brasileiras alcançaram um total de 42.831 produtos e 54.727 marcas de cervejas registradas. Em relação aos novos produtos, houve um crescimento de 19,8% em comparação com o total de produtos registrados em 2021, resultando em um aumento de 7.090 produtos (MAPA, 2022).

Assim como ocorre com os estabelecimentos registrados (Figura 3) a maioria dos registros de produtos está concentrada nas regiões Sul e Sudeste, representando 91,8% de todas as cervejarias do país. O estado de São Paulo é líder em número de marcas registradas de cerveja, com um total de 16.528, e também possui o maior número de produtos registrados, com 12.319. Além disso, a cidade de São Paulo é o município com o maior número de registro de cervejas, contabilizando 1.817 registros (MAPA, 2022).

Quanto às exportações brasileiras, o Anuário da Cerveja revela que houve uma leve diminuição das exportações brasileiras de cerveja em 2022 em relação a 2021. Foram exportados, em 2022, 200.588.542 kg do produto, o que representa uma queda de 16,8%. A redução no volume exportado também afetou o valor total das exportações brasileiras, porém de forma menos significativa. Em 2022, as exportações de cerveja brasileira geraram um total de US\$ 120.047.504 em receita, uma redução de 8,7% em relação ao montante arrecadado no ano anterior. Apesar dessa diminuição, o produto exportado teve um aumento de valor de 9,1%, passando de uma média de preço de 0,55 US\$/kg para 0,60 US\$/kg em 2022. Outro aspecto positivo é o crescimento do mercado brasileiro de exportação de cerveja. Em 2022, o Brasil

conseguiu exportar cerveja para 79 países distintos, igualando a maior marca registrada no período analisado, que ocorreu em 2020 (MAPA, 2022).

Figura 1: Estabelecimentos registrados



Fonte : MAPA 2023

Em termos de importação, a cerveja importada pelo Brasil está em queda devido à maior oferta de produtos nacionais. Em 2021, foram importados 18.406.249 kg de cerveja, enquanto em 2022 essa quantidade diminuiu para 14.897.234 kg, o que representa uma redução de aproximadamente 19,1%. (MAPA, 2023).

Além disso, observa-se uma menor diversidade na origem dos produtos, com apenas 21 países diferentes exportando cerveja para o Brasil em 2022. A Bélgica foi o maior mercado de importação brasileiro de cerveja em 2022, com um total de US\$ 4.456.620 em produtos, o que representa aproximadamente 34,3% do valor total das importações brasileiras de cerveja (MAPA, 2023).

A geração de empregos no setor cervejeiro é de grande importância histórica para a economia do Brasil, sendo responsável por mais de 42 mil oportunidades de trabalho diretas. Os empregos diretos estão concentrados principalmente na região sudeste, representando 57,8% do total. Em seguida, as regiões Nordeste e Sul contribuem com 16,8% e 14,7%, respectivamente. Já o Centro-Oeste conta com 7,1% dos empregos e a região Norte apenas com 3,7% (MAPA, 2022).

4.3. Processo de Produção de Cerveja

4.3.1. Matérias-primas

4.3.1.1. Malte

O ingrediente que fornece cor, sabor e contribui para a formação de espuma na cerveja é o malte. O malte é o grão de cereal comumente cevada (Figura 3) que foi modificado via processo de malteação para conter enzimas que ajudam a quebrar as cadeias poliméricas de amidos e proteínas, resultando em açúcares fermentáveis e dextrinas, que contribuem para o sabor adocicado e aparência da cerveja (LEWIS, 2002).

Portanto, para utilizar o grão do cereal de maneira apropriada, é imprescindível realizar a malteação, que compreende três fases: maceração, germinação e secagem. A malteação é responsável pela transformação do amido encontrado no endosperma do grão em açúcares fermentáveis. No entanto, é importante ressaltar que o método de secagem do grão pode influenciar o tipo de caramelização que ocorre no processo (BELETI et al., 2012).

Para medir a cor da cerveja, o método padrão é o SRM (*Standard Reference Method*), que usa uma escala numérica para indicar a tonalidade da cerveja (SCHWARZ, 2015). Em função do tipo de malte com casca durante a clarificação do mosto pode auxiliar na filtragem, pois o tipo de malte escolhido pode afetar a cor final da cerveja. Maltes mais escuros resultam em cervejas mais escuras, enquanto maltes mais claros resultam em cervejas mais claras (VENTURINI, 2016).

Figura 2 - Grãos de cevada



Fonte: BRASIL, 2024

4.3.1.2 Água

A água (Figura 4) desempenha assim um papel fundamental na produção de cerveja, sendo considerada a matéria-prima mais importante em termos quantitativos uma vez que é um ingrediente que representa cerca de 90 % do produto final (DRAGONE, 2010). Para seu uso adequado, a água necessita estar dentro de especificações corretas, sendo elas: livre de impurezas, filtrada, sem odor, gosto e cloro (REBELLO, 2009). Com o avanço tecnológico, houve a possibilidade de manipular as propriedades presentes na água, permitindo que possa se ajustar conforme a formulação para a produção de cerveja (ANDRADE et al., 2011). Porém o tipo de dureza da água pode, por exemplo, influenciar também o processo fermentativo, pois a fermentação pode ocorrer de baixo para cima, dando o sabor amargo e de cima para baixo, oferecendo um sabor mais leve na cerveja (AQUARONE ET A., 1983).

Figura 3 - Água a principal matéria-prima da cerveja.



Fonte: (BRASIL,2024)

Para garantir a qualidade da cerveja, a água utilizada deve atender a requisitos restritos. Ela deve ser potável, transparente e livre de cor, odor e sabor estranhos. Além disso, é necessário que não contenha nitratos, metais pesados e amoníaco. A alcalinidade máxima permitida é de 50 ppm ou menos, preferencialmente menor que 25 ppm, e a água deve conter aproximadamente 50 ppm de cálcio. O Ph ideal para o processo varia de 5.2 a 5.6(OLIVER, 2012).

É importante também considerar a quantidade de minerais na água, uma vez que sua presença em níveis elevados pode afetar o sabor da cerveja. A concentração de sódio acima de 150 a 200 mg/L pode conferir um sabor salgado à bebida, porém, em níveis mais baixos (até 100 mg/L), pode proporcionar um efeito adocicado, principalmente quando associado a íons cloreto. A presença de potássio em concentrações superiores a 500 mg/L também resulta em um sabor salgado. Íons de magnésio em concentrações acima de 70 mg/L conferem um gosto amargo e azedo à cerveja, enquanto que o ferro, mesmo em concentrações de 0,5 mg/L, pode causar um sabor metálico e adstringente (OLIVER, 2012).

4.3.1.3 Lúpulo

O lúpulo tem uma história de uso que remonta à antiguidade. No século I, Plínio, um escritor romano (24-79 d.C.), mencionou a planta em seus livros da “Naturalis Historia”. Ele nomeou a planta como *lupus salictarius* (lobo dos salgueiros), uma referência ao seu hábito trepador e à sua tendência de crescer sobre salgueiros e outras árvores em seu habitat natural. (SPÓSITO,2019).

Plínio também retratou o lúpulo como uma planta comum em jardins e hortas, sendo usada na culinária de maneira semelhante aos aspargos. Antes do ano 200 A.C, o lúpulo já era utilizado na Babilônia para a produção de bebidas. Existem registros que mencionam o termo “*si- cera ex luplis confectam*”, que se traduz como “bebida forte feita de lúpulo” (SPÓSITO,2019).

As resinas são componentes do lúpulo que apresentam ácidos amargos, que podem ser classificados em α -ácidos (3-17%) e β -ácidos (2-7%). São esses ácidos que conferem o amargor agradável da cerveja, além de estabilizar a espuma e apresentar propriedades antibacterianas, especialmente contra bactérias Gram-negativas (SEMENIUC, 2017). Para o amargor ocorrer, no processo cervejeiro, os lúpulos de amargor, isto é, lúpulos que apresentam mais de 10% de α -ácidos, (humulonas) são adicionados no início da etapa de fervura do mosto. Durante a fervura, que ocorre por 45 a 60 minutos em média, as humulonas sofrem um processo de isomerização originando os iso- α -ácidos ou iso-humulonas, que são mais amargos e mais solúveis em água que as humulonas (VERZELE,M., 1986).

Mais de 300 substâncias voláteis já foram identificadas no lúpulo, sendo que este contém aproximadamente 0,4 a 2,5 ml/100 g de óleos essenciais. Os principais componentes

desses óleos são os hidrocarbonetos terpenóides, que representam cerca de 80% (SCHÖNBERGER, 2011).

O lúpulo pode ser comercializado na forma de flores secas, péletes ou extrato, sendo as duas últimas formas mais concentradas e de fácil armazenamento e manipulação (VENTURINI, 2000). As dosagens de lúpulo utilizadas geralmente variam de 1,5 a 4,5 g/L (DRAGONE, 2010). A Tabela 1 apresenta a composição química das flores de lúpulo.

Tabela 1: Composição química do lúpulo em flor

Características	Porcentagem(%)
Resinas amargas totais	12-22
Proteínas	13-18
Celulose	10-17
Polifenóis	4-14
Umidade	10-12
Sais minerais	7-10
Açúcares	2-4
Lipídios	2,5-3
Óleos essenciais	0,5-2 0
Aminoácidos	0,1-0,2

Fonte: STEVENS (1967); BIENDL (2009).

4.3.1.4 Fermento

O ingrediente responsável por transformar os açúcares presentes no malte através da fermentação alcoólica é chamado de levedura ou fermento. Trata-se de um microrganismo unicelular, eucarionte, anaeróbio facultativo, que se reproduz por brotamento (SHWAN, 2001).

Durante o processo de fermentação, a levedura converte os açúcares fermentáveis, como glicose, frutose, galactose, manose, maltose (açúcar mais utilizada pelas leveduras) e maltotriose, em álcool e gás carbônico, além de liberar fenóis, cetonas e ésteres. Esses produtos podem afetar a qualidade final da cerveja, podendo melhorá-la ou danificá-la (BOZA, 2000).

De acordo com Venturini (2000), a levedura cervejeira não deve ser considerada uma matéria-prima, pois ela é utilizada apenas como agente de transformação bioquímica dos ingredientes, através da fermentação alcoólica. As leveduras mais comumente utilizadas no processo cervejeiro são a *Saccharomyces cerevisiae*, para produção de cervejas do tipo Ale, de alta fermentação, e a *Saccharomyces uvarum*, utilizada na fabricação de cervejas do tipo Lager, de baixa fermentação (DRAGONE, 2010).

Atualmente, a fabricação de cervejas do tipo lager, a fermentação é conduzida por leveduras da espécie *Saccharomyces pastorianus*. A herança genética desta espécie provém da já conhecida *S. cerevisiae* e da recém-descoberta *S. eubayanus*. As leveduras do tipo lager subdividem-se em dois grupos: *Saaz e Frohberg*. Suas características são reflexos das diferentes proporções dos genomas provenientes de *S. cerevisiae* e *S. eubayanus* entre os dois grupos.(Lovatti Et al. 2019).

Tanto a *Saccharomyces uvarum* quanto a *S. cerevisiae* (Figura 5) têm a capacidade de assimilar uma variedade de açúcares, como glicose, frutose, sacarose, maltose e maltotriose. A principal diferença bioquímica entre as duas leveduras está relacionada à sua capacidade de fermentar o dissacarídeo melibiose (glicose-galactose). A *Saccharomyces uvarum* produz uma enzima extracelular chamada melibiase, que permite assimilar a melibiose. (DRAGONE, 2010). Análises de DNA mostraram que todas as cepas utilizadas na produção de cerveja possuem semelhanças, levando os taxonomistas a designá-las como *Saccharomyces cerevisiae* (RUSSELL, 2006).

Figura 4 - Levedura *Saccharomyces cerevisiae*



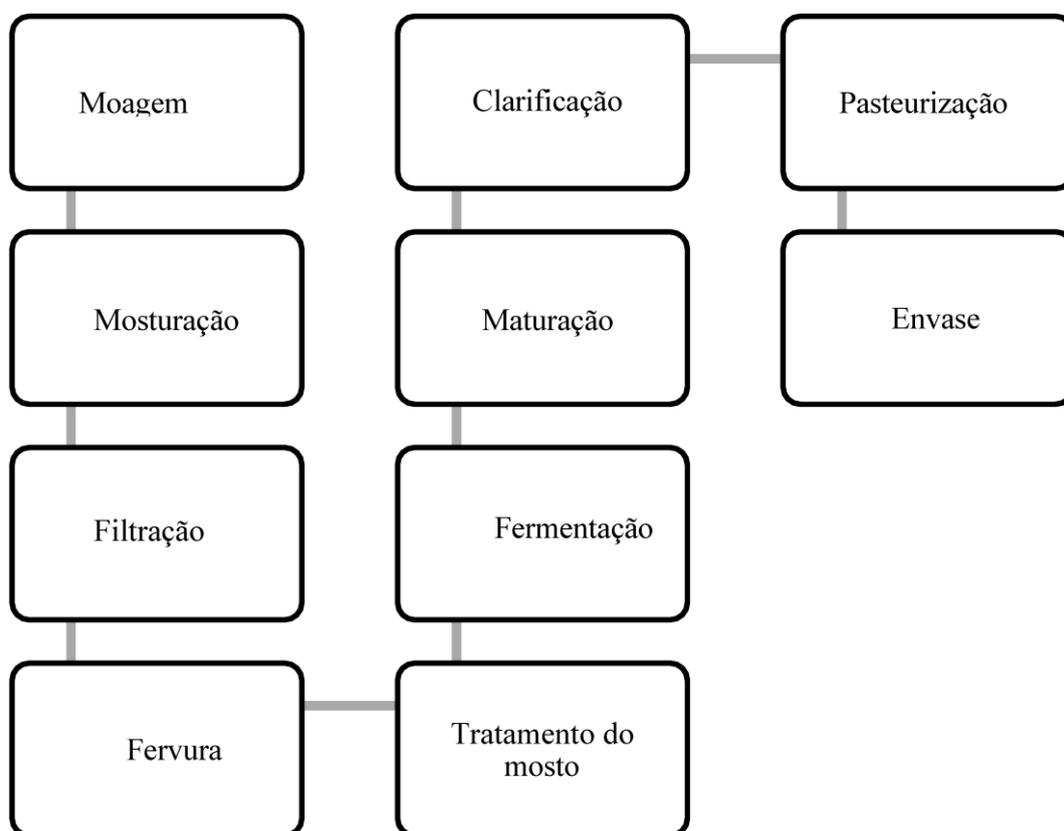
Fonte: (BRASIL, 2024)

4.3.2 Fabricação de Cerveja

O processo de produção de cerveja artesanal está disposto no fluxograma da Figura 6, embora as cervejas de mesma classificação sejam produzidas utilizando basicamente o mesmo processo, elas podem apresentar algumas variações de um tipo para outro. As etapas do desenvolvimento da cerveja estão descritas a seguir.

A Figura 6 apresenta o fluxograma do processo de fabricação de cerveja de forma resumida, a qual será detalhado a seguir.

Figura 5: Fluxograma do processo de fabricação de cerveja



Fonte: BATISTA,2021

4.3.2.1 Moagem do malte

Tem como objetivo fragmentar o grão do cereal e expor seu amido interno, aumentando assim a área de contato com as enzimas presentes no malte, o que

beneficia a hidrólise (BATISTA,2021). Para que o malte seja considerado bem moído, é necessário que ele apresente as seguintes características: ausência de grãos inteiros e partículas de endosperma aderidas à casca, a maioria das cascas deve estar rasgada longitudinalmente, o endosperma deve estar reduzido a partículas pequenas e uniformes, além de apresentar quantidade mínima de farinha fina (ARAÚJO, 2016). As cascas moídas do malte são utilizadas como uma camada filtrante para a filtração do mosto, visando um melhor aproveitamento das matérias-primas (CURI, 2006). A moagem pode ser classificada em dois tipos: seca e úmida. A moagem úmida difere da moagem seca devido à umidificação do malte, o que torna suas cascas mais flexíveis e com menos endospermas aderidos a elas (BATISTA,2021 *apud* ARAÚJO, 2016).

A seguir na Figura 7, um modelo de moedor de rolo.

Figura 6 -Moedor de rolo caseiro para cervejas artesanais



Fonte: BRASIL, 2024

4.3.2.2. Mosturação

A mosturação (ou Brasagem), Figura 8, consiste na mistura do malte moído com água na tina de mostura. Nesse processo, é necessário obter um controle mais preciso da temperatura e do tempo, pois seu objetivo é promover as reações bioquímicas essenciais para o processo (BATISTA,2021 *apud* TOZETTO, 2017).

A mosturação pode ser realizada de três formas: decocção, infusão ou uma combinação dos dois métodos. No processo de infusão, a mistura é aquecida a uma determinada temperatura e mantida por um período de tempo. Em seguida, a temperatura é elevada gradualmente até

atingir a temperatura final desejada. Já no processo de decocção, uma parte da mistura é separada e levada à fervura, para em seguida ser reintegrada ao mosto principal. Isso resulta no aumento da solução combinada. Um dos benefícios desse método é a maior extração do amido (BATISTA,2021 *apud* ARAÚJO, 2016).

No processo de mosturação há enzimas envolvidas que convertem o amido do malte em açúcares fermentáveis. As principais enzimas são a *alfa-amilase* e a *beta-amilase*, que possuem diferentes ranges de temperatura ideais para a sua atuação. A *beta-amilase* é a principal enzima responsável pela conversão do amido em açúcares fermentáveis. Esta quebra as moléculas de amido em açúcares menores, como a maltose, que são facilmente fermentáveis pelos fermentos da levedura. A *alfa-amilase* é responsável por quebrar as moléculas de amido em açúcares menores, como a dextrina. . Outra enzima importante na fabricação de cerveja é a *protease*, que quebra as proteínas presentes no malte em peptídeos menores, que são importantes para a formação de espuma e a estabilidade da cerveja. (KLUGER, 2023).

Figura 7 – Tina de Mosturação (Brasagem)



Fonte: BRASIL, 2024

4.3.2.3. Filtração do mosto (clarificação)

Filtração do mosto é separar a parte sólida, conhecida como bagaço de malte, da parte líquida do mosto cervejeiro. Em geral, a filtração é realizada em duas etapas, sendo: primeiramente, a fração líquida é passada por um leito filtrante, resultando no mosto primário e a segunda etapa, o resíduo sólido é lavado com água a 75°C para recuperar o extrato que é retido na torta de filtro, assim aumentando a eficiência do processo (BATISTA,2021).

A figura 9 mostra a filtração separando o do mosto do líquido.

Figura 8: Filtração separando o do mosto do líquido



Fonte: (BRASIL,2024)

4.3.2.4. Fervura

Na fervura do mosto, uma série de transformações ocorrem para garantir a qualidade da cerveja. A fervura resulta na desnaturação protéica, concentração do mosto, eliminação de compostos sulfurosos, esterilização e escurecimento do líquido, graças à reação de Maillard. Além disso, é nesse momento que ocorre a adição do lúpulo, um ingrediente chave na fabricação da cerveja (BATISTA,2021).

A adição do lúpulo é realizada em duas etapas distintas. A primeira é no início da fervura, quando o lúpulo é adicionado para conferir o amargor à cerveja. Essa etapa é responsável por equilibrar o sabor da bebida, tornando-a mais agradável ao paladar. A segunda etapa ocorre ao final da fervura, onde o lúpulo é adicionado com a função de conferir o aroma característico da cerveja. É nessa fase que a bebida ganha suas notas aromáticas únicas e distintas (BATISTA, 2021).

O processo de fervura geralmente leva de 60 a 90 minutos, garantindo que todas as transformações necessárias ocorram de forma adequada. Além disso, é importante ressaltar que também é necessário um tempo adicional de cerca de trinta minutos para aquecer o líquido antes do início da fervura (BATISTA,2021).

4.3.2.5. Tratamento do mosto

Após a fervura, o mosto resfriado é transferido para outro tanque. Essa etapa facilita a separação de toda a proteína desnaturada presente no mosto após a fervura, através de um período de repouso de trinta minutos (BATISTA,2021 *apud* MORADO, 2009). O resfriamento do mosto é importante para evitar impactos danosos as leveduras, pois temperaturas acima de 35°C°, estas podem morrer, não havendo fermentação (CRUZ, 2022).

Além disso, a aeração do mosto no início do processo fermentativo é fundamental para o crescimento das leveduras. O oxigênio é necessário para as leveduras realizarem a respiração celular e para a síntese de ácidos graxos insaturados e esteróis, que são componentes das membranas intracelulares (BATISTA,2021).

4.3.2.6. Fermentação

A fermentação tem início logo após a adição da levedura, após certificar-se de que o mosto está devidamente resfriado e aerado. Nesta etapa, ocorre a liberação de Dióxido de carbono (CO₂), calor e a conversão dos açúcares fermentáveis em álcool. Os principais produtos resultantes desse processo são o etanol e o dióxido de carbono. Outras reações também ocorrem, levando à formação de subprodutos como álcoois alifáticos e aromáticos superiores, ésteres, ácidos orgânicos, compostos carbonílicos e sulfurados, além dos álcoois polihídricos (BATISTA, 2021 *apud* ARAÚJO, 2016).

A escolha da levedura utilizada e o modo como a fermentação é conduzida têm um papel importante na obtenção de dois tipos distintos de cervejas: as de alta fermentação, que resultam em cervejas do tipo Ale; e as de baixa fermentação, que resultam em cervejas do tipo Lager (BATISTA, 2021 *apud* ARAÚJO, 2016).

As cervejas de alta fermentação são produzidas sob condições ambientais de temperatura em torno de 18°C a 22°C, em um tempo mais curto. É utilizado a levedura *S. cerevisiae* nesse processo. Durante a fermentação, a levedura é deslocada pelo Gás Carbônico (CO₂) gerado até a superfície do fermentador, o que contribui para a formação de aromas frutados devido à maior produção de ésteres pela levedura. Por outro lado, as cervejas de baixa fermentação são fabricadas a temperaturas inferiores, aproximadamente entre 7°C e 15°C,

durante um período de tempo maior. Nesse caso, são utilizadas as leveduras *Saccharomyces uvarum* ou *carlsbergensis*, que sedimentam no fundo do tanque (BATISTA,2021 *apud* VENTURINI FILHO, 2010).

A seguir a Figura 10 mostra uma dorna de fermentação.

Figura 9 – Dorna de fermentação



Fonte: BRASIL,2024

4.3.2.7. Maturação

Após a remoção do fermento, a temperatura no tanque diminui, iniciando a fase de maturação, que dura no mínimo 72 horas. O processo de fermentação da cerveja pode ser dividido em duas fases: sendo a primeira chamada de fermentação primária e a segunda de fermentação secundária. A fermentação secundária tem como objetivo clarificar a cerveja, através da precipitação de leveduras e da formação de complexos de proteínas e polifenóis, além de amadurecer a bebida, a bebida, conferindo um acabamento sensorial aprimorado ao produto final (BATISTA,2021 *apud* VENTURINI FILHO, 2010).

Após a fermentação primária, o extrato fermentável residual da cerveja continua sendo metabolizado lentamente durante o período de maturação. O processo de maturação continua mesmo após o término da fermentação secundária (BATISTA,2021;).

Durante essa etapa, ocorrem reações físico-químicas que transformam o aspecto visual da bebida, além de gerar aromas e sabores característicos. Muitos cervejeiros consideram essa fase como o momento de aprimorar e finalizar a cerveja 2021 BATISTA, 2021 *apud* VENTURINI FILHO, 2010).

Durante a fermentação secundária, a bebida se carbonata naturalmente, parte do gás

carbônico é resultante da produção da levedura, e uma contrapressão de gás carbônico de 0,8 a 1,0 atm é aplicada no tanque de fermentação. Além disso, métodos mecânicos, como a utilização de gás carbônico (CO₂) recuperado da fermentação da cerveja ou gás fornecido por empresas especializadas, podem ser usados para complementar a carbonatação (BATISTA, 2021 apud VENTURINI FILHO, 2010).

Na Figura 11 mostra um modelo de maturação de cerveja em barril de carvalho.

Figura 10: Maturação de cerveja em barril de carvalho



Fonte: (BRASIL,2024)

4.3.2.8. Clarificação da cerveja

A finalidade da clarificação é remover partículas que estão suspensas na bebida, como células de fermento, bactérias e substâncias coloidais. Isso resulta em uma cerveja com cor mais clara, maior estabilidade físico-química e brilho. Vale ressaltar que essa etapa não altera a composição nem o sabor da cerveja, mas é fundamental para garantir uma aparência visual atraente (BATISTA,2021 apud CURI, 2006).

Antes da etapa de clarificação, a cerveja é carbonatada sob pressão usando gás carbônico de alta pureza (mínimo 99,5%). O gás substitui parte do oxigênio presente na cerveja, o que aumenta sua estabilidade durante o armazenamento. Em alguns processos, o gás carbônico é produzido a partir de açúcares residuais pela adição de células ativas de leveduras (Krausen) à cerveja em maturação. Após a carbonatação, a cerveja é clarificada usando filtros de terra diatomácea. Existem diferentes tipos de filtros, como placas verticais, horizontais, placa e suporte, e filtro de vela. As camadas de terra diatomácea retêm as partículas em suspensão da cerveja. O tempo do processo é controlado com base em medidas de pressão, turbidez e concentração de microrganismos viáveis. A pressão não deve ultrapassar 3 bares acima da pressão atmosférica. O limite de células residuais de leveduras após a filtração é de menos de

10 por 100 ml de cerveja. Tanto o tanque de mistura quanto o filtro são mantidos a temperaturas controladas (62°C a 65°C). A temperatura não deve exceder 70°C para evitar o escurecimento da lecitina. (PICCINI, et al., 2002).

A Figura 12 mostra uma cerveja antes e depois da clarificação.

Figura 11: Clarificação da Cerveja



Fonte: BRAISL, 2024

4.3.2.9. Pasteurização

A pasteurização é um processo essencial para garantir a qualidade e segurança da cerveja, pois visa eliminar microrganismos que podem comprometer suas características. Dependendo da linha de produção e dos equipamentos disponíveis, pode ser realizada antes ou depois do envase. É importante ressaltar que a pasteurização é uma etapa que diferencia a cerveja do chopp, pois esta última não requer esse procedimento. Portanto, o chopp tem um prazo de validade de aproximadamente 15 dias, enquanto a cerveja, ao passar pelo processo de pasteurização, pode ter sua duração estendida para cerca de 6 meses (BATISTA, 2021 *apud* CARVALHO, 2007).

4.3.2.10. Envase

Após as etapas mencionadas anteriormente, a cerveja pode ser embalada no local de escolha, como barris de aço inoxidável, garrafas ou latas, dependendo da forma como será comercializada. (BATISTA, 2021).

Na Figura 13, mostra uma linha de envase artesanal de 4 bicos.

Figura 12 - Envase da Cerveja artesanal 4 bicos



Fonte: BRASIL,2024

4.4 Produção de Cervejas não Convencionais : Matérias-primas alternativas

No Brasil, de acordo com o Decreto nº 6.871, emitido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 4 de junho de 2009, as matérias-primas alternativas para a produção de cerveja são consideradas, além da cevada cervejeira, os demais cereais aptos para o consumo humano, malteados ou não-malteados, assim como os amidos e açúcares de origem vegetal. Segundo a legislação brasileira, é permitido substituir parte do malte de cevada por matérias-primas alternativas, porém, o seu uso não pode exceder 45% em relação ao extrato primitivo da cerveja. Por sua vez, o regulamento italiano permite a substituição de, no máximo, 40% do malte de cevada por extrato seco, de acordo com a Associação dos Produtores de Cerveja Italianos (ASSOBIRRA, 2016).

Enquanto que no Brasil, as matérias-primas alternativas são considerados matérias-primas, no Reino Unido, a regulamentação dos padrões alimentares, considera estas como adjuntos cervejeiros, isto é: "qualquer fonte de carboidratos além da cevada maltada que contribui com açúcares para a obtenção do mosto". Os aditivos geralmente são considerados fontes não fermentáveis de açúcares. Normalmente, eles não contribuem para a atividade enzimática, possuem pouco ou nenhum nitrogênio solúvel. No entanto, eles apresentam a vantagem de serem mais acessíveis economicamente do que o malte de cevada. Além disso, eles podem ser encontrados em regiões onde a produção de cevada não é viável. Eles também

podem conferir características especiais de coloração e aromatização, permitindo a criação de diferentes tipos de cerveja inovadores (STEWART, 2006).

Os cereais mais comumente utilizados como matérias-primas alternativas são: milho, arroz, cevada, trigo, sorgo e triticale. Esses cereais são adicionados durante a fase de preparação do mosto cervejeiro. Dentre eles, o milho é considerado a principal matéria-prima cervejeira, sendo utilizado para a produção de xarope de maltose, que é amplamente utilizado pela indústria cervejeira nacional (DRAGONE, , 2010).

No entanto, o uso de adjuntos cervejeiros em quantidades elevadas não é recomendado, pois pode diminuir o teor de nitrogênio na cerveja, o que pode prejudicar o metabolismo da levedura e resultar em alta viscosidade, dificuldade de filtração e cerveja com baixa qualidade de espuma (BRADEE, 1977).

Abaixo vamos descrever algumas das matérias-primas alternativas avaliadas neste estudo bibliográfico.

4.4.1. Cereais

4.4.1.1 Arroz

O arroz, pertencente à família *Poaceae*, é um dos alimentos mais consumidos globalmente, especialmente na Ásia. Devido ao seu elevado teor de amido, que varia entre 70% a 75%, o arroz se torna uma matéria-prima adequada para a fabricação de cerveja. (CEPPI, 2010).

Embora o arroz possua um poder diastático (PD) - que é a capacidade de converter açúcares complexos em açúcares mais simples - inferior ao da cevada, ainda assim pode ser utilizado como matéria-prima na produção de cerveja, pois possui um teor de dextrinase superior ao da cevada, permitindo uma sacarificação completa. Contudo, devido ao seu alto teor de ácidos graxos livres insaturados, o arroz é mais suscetível à oxidação, o que pode resultar em odor rançoso. Por outro lado, o uso do arroz na fabricação de cerveja também apresenta um aspecto positivo, que é o alto conteúdo de fibras, facilitando o processo de filtração (CEPPI, 2010).

Apesar de possuir um teor de amido maior do que a cevada, o arroz possui uma estrutura de amido distinta, bem como uma composição diferente de amilose e amilopectina, além de uma atividade amilolítica inferior à da cevada. Como consequência, o uso de arroz na fabricação

de cerveja resulta em um amido mais solúvel no mosto, o qual não é utilizado pela levedura. Isso acarreta em uma menor produção de etanol, também devido ao menor teor de proteína solúvel. Dessa forma, devido ao baixo PD, às suas características sensoriais pouco agradáveis ao paladar e ao seu baixo custo, considera-se mais adequado utilizar o arroz apenas como adjunto na produção de cerveja, ao invés da sua versão maltada (CEPPI, 2010).

O arroz preto é bastante aromático, fazendo parte do cotidiano dos asiáticos desde a antiguidade e é reconhecido por suas características nutricionais e, em alguns casos, medicinais (GODOY, 2005).

Na Figura 14, é possível visualizar o arroz preto e sua quirera, junto com outros tipos de arroz.

Figura 13 - Arroz preto integral (a), arroz branco integral (b), arroz branco(c), arroz preto (d)



Fontes: BRASIL, 2024

Santos (2011) utilizou a quirera de arroz preto (*Oryza sativa L.*) sem valor comercial para aumentar a contribuição de açúcares no extrato de um mosto primitivo de cerveja. Foi utilizado um planejamento experimental fatorial completo para otimizar as condições de hidrólise. A levedura *Saflager S-23* foi selecionada para o processo e a cerveja resultante foi avaliada tanto sensorialmente quanto físico-quimicamente. O processo demonstrou bom rendimento fermentativo, eficiência de fermentação e produtividade de álcool. Concluiu-se que

o processo pode resultar em um produto com características sensoriais intensas e agradáveis, idealmente consumida durante o inverno.

Cicotti, A. et al. (2015) discutiram a utilização de duas cepas microbianas na produção de cerveja utilizando malte à base de arroz. Os pesquisadores analisaram os efeitos do *Bacillus subtilis* e do *Kluyveromyces marxianus* no processo e verificaram que a adição dessas cepas microbianas resultou em melhorias significativas na qualidade e sabor da cerveja produzida. Esses resultados sugerem que o uso desses micro-organismos pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a qualidade da cerveja feita com malte de arroz.

Park, et al. (2017) estudaram a melhoria do sabor da cerveja de arroz por meio da utilização de diferentes cepas de *Saccharomyces cerevisiae* para suprimir o crescimento da bactéria indesejada *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. Os pesquisadores realizaram experimentos e descobriram que certas combinações de cepas de *S. cerevisiae* eram mais eficazes na inibição do crescimento da bactéria, resultando em uma cerveja de arroz com melhor sabor. Além disso, essas combinações de cepas também aumentaram a produção de compostos voláteis, contribuindo para um aroma e sabor mais rico e complexo na cerveja final. O uso de uma cultura mista de diferentes cepas de *S. cerevisiae* foi concluído como uma forma efetiva de melhorar o sabor da cerveja de arroz.

Chaves & Julião (2017) analisaram o efeito de diferentes tipos de malte de arroz (obtidos a partir de arroz parboilizado e não parboilizado) na qualidade da cerveja. Foram feitos experimentos para avaliar as propriedades físicas e químicas das cervejas produzidas com cada tipo de malte. Os resultados mostraram que o malte de arroz parboilizado resultou em cervejas com maior teor alcoólico, devido à sua composição, maior facilidade gelatinização do amido. Também apresenta menor acidez, devido o arroz parabolizado possuir menos ácidos graxos e proteínas do que o malte de cevada, além de apresentar maior e maior estabilidade, devido Menos Compostos Oxidáveis melhor Filtração: e menor é causado principalmente por proteínas e polifenóis presentes na cerveja

Neto & SILVA (2017) estudaram o uso de arroz não inoculado na produção de cervejas ácidas. A pesquisa explorou a utilização desse ingrediente na fermentação, destacando que o arroz é uma fonte de carboidratos que pode ser metabolizada por bactérias ácido-láticas e leveduras selvagens presentes naturalmente no ambiente. Os resultados mostraram que o uso de arroz não inoculado pode contribuir para o sabor e aroma característicos dessas cervejas.

Chaves & Julião (2018) avaliaram a otimização do processo de malteação para a produção de cerveja com alto teor de arroz. O estudo abordou as técnicas e procedimentos necessários para obter um malte de qualidade com alto teor de arroz, visando melhorar a produção de cervejas especiais. O trabalho analisou diferentes fatores que afetaram o processo de malteação, como a temperatura, o tempo de germinação e a umidade, além de propor possíveis modificações para otimizar a produção. Os resultados indicaram que a adição de arroz no processo de malteação afetou a atividade enzimática e a modificação do amido. No entanto, os pesquisadores conseguiram otimizar o processo, ajustando os parâmetros de malteação, para obter uma cerveja com qualidade sensorial aceitável, contribuindo para o avanço da ciência cervejeira e podem ser considerados úteis para a indústria de cervejaria que busca diversificar seus produtos. Em suma, o estudo demonstrou que, com o devido ajuste e controle dos parâmetros de malteação, é possível produzir cervejas de alta qualidade com um alto teor de arroz.

Chaves & Julião (2019), avaliaram a produção de cerveja com alto teor de arroz usando uma combinação de maltes de arroz cru e pré-cozido. Foi realizado um experimento no qual diferentes proporções desses dois tipos de malte foram utilizadas no processo de fabricação de cerveja. Os resultados mostraram que a utilização de uma proporção maior de malte de arroz pré-cozido resultou em uma cerveja com características sensoriais mais próximas às da cerveja convencional, enquanto uma proporção maior de malte de arroz cru resultou em uma cerveja com uma cor mais clara e um sabor mais suave. Os autores concluíram que a utilização de uma combinação de maltes de arroz cru e pré-cozido pode ser uma forma eficiente de produzir cerveja com alto teor de arroz.

Barreto et al (2019), avaliou o potencial de utilização do arroz vermelho no processo de produção de cervejas artesanais. O arroz vermelho é um tipo de arroz não comercial, que possui características nutricionais e sensoriais diferenciadas. Foram realizados diferentes experimentos, utilizando diferentes proporções de arroz vermelho na produção da cerveja. Foram avaliados parâmetros como a fermentação, pH, teor alcoólico, cor, aroma e sabor da cerveja. Os resultados mostraram benefícios, como a melhoria das características sensoriais da bebida e a valorização de um ingrediente pouco explorado. No entanto, os autores ressaltam são necessários estudos mais aprofundados para definir as melhores proporções de arroz vermelho a serem utilizadas e entender melhor os efeitos dessa utilização no processo de fermentação e na estabilidade da cerveja.

Brandão (2022) desenvolveu cervejas utilizando malte de cevada e malte de arroz, ambos com adjunto de feijão preto. Foram realizados experimentos para otimizar o processo de mistura usando feijão preto, obtendo um extrato de 37,61% para a cerveja com malte de cevada e 35,19% para a cerveja com malte de arroz. As cervejas foram formuladas em diferentes proporções de malte: feijão preto e produzidas em escala de bancada. Apesar do aumento na escala de produção, apenas as cervejas com 10% de feijão preto foram produzidas devido a problemas no processo de filtração e formação de precipitado durante a fermentação. As cervejas finais foram submetidas à análise sensorial por 20 provadores experientes, que deram notas positivas para as cervejas de malte de cevada e feijão preto, mas notas baixas para as cervejas de malte de arroz e feijão.

4.4.1.2 Feijão

As leguminosas, incluindo os feijões, são plantas que possuem sementes contidas em vagens fibrosas. Elas são divididas em dois grupos: oleaginosas, como a soja e o amendoim; e de grão, como o feijão, a lentilha, a ervilha e a fava (ORNELLAS, 2007).

Algumas das leguminosas são consumidas na forma verde, como a ervilha e a vagem, enquanto outras, como o broto de feijão, são consumidas quando germinam. Entretanto, a maioria das leguminosas é vendida na forma seca, necessitando ser hidratada e cozida antes do consumo. Os grãos secos possuem uma capa externa de hemicelulose e celulose que é fina, porém resistente (BOTELHO et al., 2007).

Os feijões podem ser classificados de acordo com sua forma, tamanho e cor. Alguns feijões possuem vagens macias que são consumidas cozidas quando ainda estão verdes, enquanto outros possuem vagens duras e resistentes, sendo cultivados para consumo sem a vagem (COENDERS, 1996).

De acordo com o Ministério da Agricultura, o feijão é classificado em grupos, classes e tipos, levando em consideração a espécie, a cor do tegumento (película) e a qualidade, respectivamente. Os grupos são divididos em dois, sendo o grupo I - Feijão Comum (Anão)

proveniente da espécie *Phaseolus vulgaris* L., e o grupo II - Feijão-de-Corda (Macaçar) proveniente da espécie *Vigna unguiculata* (L) Walp (BRASIL, 2002).

No Brasil, o feijão mais comumente consumido na alimentação é o *P. vulgaris* (feijão comum), embora o *V. unguiculata* (feijão-de-corda, caupi, macassar ou fradinho) também seja utilizado no norte e nordeste do país. Além disso, há outras espécies, como o feijão-fava (*P. lunatus*), que são vulgarmente chamadas de feijão, mas pertencem a um gênero diferente, como o feijão-adzuki (*Vigna angularis*), o feijão-arroz (*Vigna umbellata*) e o feijão-mungo (*Vigna radiata*) (BORÉM, 2006).

Assis et al. (2016) desenvolveu e avaliou sensorialmente uma cerveja artesanal enriquecida com farinha de feijão preto devido às suas propriedades nutricionais. Foram conduzidos experimentos para determinar a concentração ideal de farinha de feijão preto na cerveja e o método de adição para evitar alterações na aparência, aroma e sabor. Análises físico-químicas foram realizadas para avaliar características como teor alcoólico, densidade, pH e cor da cerveja enriquecida. A cerveja foi submetida a testes de aceitação sensorial, considerando aspectos como aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Os resultados indicaram que a adição de até 10% de farinha de feijão preto não afetou significativamente as características físico-químicas da cerveja. Além disso, a cerveja enriquecida foi bem aceita pelos provadores, recebendo notas positivas em relação ao aroma, sabor e impressão global.

Costa (2017) avaliou a produção de uma cerveja colaborativa elaborada com feijão-comum preto. A pesquisa visava avaliar a influência desse ingrediente na qualidade e aceitação da cerveja. Foram utilizados dois tipos de feijão preto, em diferentes concentrações, adicionados durante a fase de mosturação. Após a fermentação, as cervejas foram submetidas a análises físico-químicas e sensoriais. Os resultados mostraram que a adição de feijão preto na cerveja não alterou significativamente as características físico-químicas, como teor alcoólico e pH. No entanto, houve diferenças na cor e na espuma das cervejas produzidas com diferentes concentrações de feijão. Em relação às características sensoriais, a adição de feijão preto resultou em cervejas com aroma e sabor característicos desse ingrediente. Além disso, a cerveja elaborada com maior concentração de feijão obteve maior aceitação pelos provadores.

Hiraga et al. (2018) analisaram a adição de feijão preto na fabricação de cerveja artesanal. A pesquisa avaliou diversos parâmetros, como fermentação, coloração, teor alcoólico, aroma e sabor. Os resultados indicaram que a adição de feijão preto proporcionou

uma coloração escura característica e conferiu um aroma e sabor diferenciados à cerveja. No entanto, a presença do feijão preto também influenciou negativamente na fermentação, resultando em um teor alcoólico mais baixo em comparação com cervejas convencionais.

Rodriguez et al. (2018) analisaram os efeitos da utilização de farinha de feijão na cerveja produzida. Foram elaboradas diferentes formulações, variando a proporção de farinha de feijão. Os parâmetros analisados incluíram pH, teor alcoólico, acidez titulável, cor, espuma, aroma e sabor da cerveja. Os resultados mostraram que a adição de farinha de feijão afetou a cor da cerveja, tornando-a mais escura, e resultou em uma redução no teor alcoólico. Não foram encontradas diferenças significativas nos parâmetros de pH, acidez titulável, espuma, aroma e sabor.

Yamamoto et al. (2018) analisou a viabilidade de produzir cerveja utilizando feijão fradinho como ingrediente principal. O estudo foi dividido em diferentes etapas, incluindo a seleção e preparo dos grãos, produção do mosto, adição de lúpulo e fermentação. Testes foram realizados para encontrar a melhor maneira de processar o feijão e obter uma cerveja de alta qualidade e aroma agradável. Os resultados mostraram que é possível processar o feijão fradinho adequadamente, resultando em grãos de boa qualidade e aroma para a cerveja. Além disso, os experimentos com a adição de lúpulo determinaram a quantidade e o momento ideal para alcançar o sabor e aroma desejados. Através da fermentação, os açúcares presentes no mosto foram convertidos em álcool, concluindo assim a produção da cerveja.

4.4.2 Frutas

4.4.2.1 Abacaxi

O abacaxi (Figura 15), conhecido cientificamente como *Ananas comosus L.*, é uma fruta originária das regiões tropicais e subtropicais pertencente à família Bromeliaceae. É composto por casca, polpa, haste central e coroa ou tufo de folhas, e tem um peso médio que varia entre 1 a 3 quilos. (LOPES, 2021).

A polpa do abacaxi está disponível em diferentes cores, como branca, amarela e laranja/avermelhado, e é frequentemente utilizada na elaboração de sucos, doces, picolés, geleias, além de também ser usada na produção de vinhos (GRANADA, 2004).

A fruta é altamente apreciada pelos consumidores devido ao seu aroma e sabor característico. O abacaxi possui 0,35% de ácido cítrico, 16,2% de sólidos solúveis totais e um

pH ótimo de 4,5, o que auxilia no processo fermentativo quando utilizado na fabricação de cervejas (PINTO et al., 2015).

Figura 14 -Representação do abacaxi



Fonte: ABRAFRUTAS, 2019

Lopes (2021), desenvolveu estudo de cerveja do tipo Premium Lager com a adição da polpa de abacaxi na maturação. O potencial de mercado de cerveja não convencional tem atraído consumidores que não apreciam tanto o amargor característico dessa bebida. A polpa de abacaxi, obtida a partir da fruta tropical, desempenha um papel fundamental ao conferir um aroma e sabor frutado à cerveja. Durante a etapa de maturação ocorre a adição da polpa de abacaxi. Para cada 20 L de cerveja são adicionados em média 150 g de polpa de abacaxi. Para a formulação de 1500L da cerveja premium lager foi adicionado 11250 g ou 11,25 kg da polpa de abacaxi.

4.4.2.2 Acerola

A aceroleira, também conhecida como cerejeira-das-antilhas, é uma planta que é mencionada na literatura como originária de duas espécies distintas, a *Malpighia puniceifolia* e a *Malpighia glabra*. Contudo, existe divergência quanto à espécie à qual pertence a acereira cultivada em Porto Rico, já que muitos botânicos acreditam que a *M. puniceifolia* e a não são espécies diferentes, mas sim diferentes formas botânicas da mesma espécie. Os frutos da aceroleira podem apresentar diversas formas, tais como arredondadas, ovais ou mesmo cônicas.

Quando maduros, esses frutos podem adquirir colorações variadas, como vermelha, roxa, amarela ou branca (Figura 16). Essa coloração é de grande importância para a indústria de processamento, que dá preferência aos frutos de coloração vermelha (CALGARO et al., 2012).

Figura 15 - Acerolas com cores e tamanhos variados



Fonte: CALGARO, et al., 2012

Freitas et al. (2015), desenvolveram uma cerveja artesanal com acerola e abacaxi, proporcionando uma nova opção no mercado e aumentando suas propriedades funcionais. A produção ocorreu em escala laboratorial, onde foram preparadas três amostras: A1 com 10% de acerola e 10% de abacaxi, A2 com 15% de acerola e 15% de abacaxi, e A3 com 20% de acerola e 20% de abacaxi. Durante o processo de envase, o mosto fermentado juntamente com os percentuais de fruta de cada amostra, foram adicionados diretamente nas garrafas e então armazenados em um freezer a 8 °C durante 15 dias para maturação e carbonatação através da fermentação do açúcar presente no suco das frutas, causada pelas leveduras remanescentes. Após a maturação, a cerveja foi pasteurizada em banho-maria a 62°C por 30 minutos e armazenada em temperatura ambiente para posterior análise. As amostras foram submetidas a análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Os resultados foram avaliados por meio do teste de normalidade, teste de média Tukey (consiste em comparar todos os possíveis pares de médias e se baseia na diferença mínima significativa) e ANOVA (método estatístico usado para testar as diferenças entre duas ou mais médias) através do software STATISTIC 10. Para ser considerada de boa qualidade, a cerveja precisa ter um extrato real acima de 3%, e todas as amostras obtiveram valores que atendem a esse critério. A Cerveja A1 obteve o melhor resultado, apresentando diferenças significativas em relação às amostras A2 e A3. O

uso de polpa de abacaxi e acerola como ingredientes adicionais no processo de fabricação da cerveja se mostrou uma alternativa viável, com resultados satisfatórios na avaliação sensorial e características físico-químicas de uma cerveja artesanal com sabor ácido e frutado.

Fernandes (2017) desenvolveu uma tecnologia para produzir cerveja artesanal com acréscimo de acerola. Duas versões da cerveja foram produzidas, uma com 1000g e outra com 1500g de acerola. A adição da fruta não afetou a fermentação e reduziu o pH das cervejas, melhorando a eficiência microbiológica. A análise sensorial mostrou boa aceitação das cervejas, que foram descritas como leves, refrescantes e fáceis de beber, apesar de serem mais ácidas, encorpadas e alcoólicas do que as cervejas populares. Não houve diferença significativa entre as duas cervejas, sugerindo que é possível usar menos fruta sem perder a qualidade.

4.4.2.3 Banana

É uma planta originária do Sudeste Asiático e foi disseminada pelos países do Oriente Médio e da Europa Mediterrânea. Foi introduzida na América Latina em São Domingos em 1516 e, a partir da segunda metade do século XIX, tornou-se importante no comércio mundial (GONÇALVES et al., 1994).

Carvalho (2009) utilizou banana como aditivo na produção de cervejas. O autor constatou que bananas muito maduras possuem alto teor de carboidratos solúveis e baixo teor de amido. Foram realizadas fermentações do mosto com diferentes concentrações e temperaturas de adição de banana, avaliando também o comportamento da levedura cervejeira *S. cerevisiae*. Para aumentar a produção de etanol em mostos com maior densidade, foram feitas fermentações com adição de nutrientes, através da adições de banana que alteraram a concentração do mosto puro de malte de 10°P para 12 e 15° (°P é o peso do extrato ou açúcar equivalente em 100 g de solução, a 20°C), com rendimento aproximado de 0,4 g/g de etanol e produtividade volumétrica de 0,6g/L após 84 horas de processamento. Análises físico-químicas revelaram uma alta concentração de potássio e acetato de isoamila nas cervejas produzidas. As cervejas foram avaliadas sensorialmente e consideradas preferidas pelos consumidores em relação às opções disponíveis no mercado brasileiro.

Hacker et al. (2009) discutiram a fermentação de cervejas com frutas tropicais, focando nas bananas. Foram testadas diferentes combinações de ingredientes e processos de fermentação. Vários métodos foram utilizados, como o uso de leveduras selvagens encontradas nas cascas das frutas, a adição de enzimas para quebrar açúcares e diferentes técnicas de maturação. Os experimentos mostraram que é possível fermentar com sucesso cervejas com frutas tropicais, incluindo bananas. As cervejas resultantes têm características únicas e agradáveis, como aromas e sabores frutados. A adição de frutas tropicais também traz benefícios nutricionais adicionais devido aos nutrientes presentes nelas.

A banana possui um maior desenvolvimento em condições de clima tropical, com temperatura média anual igual ou superior a 22°C e precipitação pluviométrica anual acima de 1.200 mm, bem distribuída. A época de colheita está relacionada às condições climáticas e aos tratamentos culturais (EMBRAPA, 2012).

Um estudo explorou o uso de bananas como ingrediente alternativo na fabricação de cerveja. Os testes realizados mostraram que a adição de bananas afetou o aroma, sabor, cor e perfil de fermentação da cerveja. A presença de bananas contribuiu para um aroma frutado e doce e uma cor mais clara. No entanto, o aumento nas concentrações de ésteres de banana pode ser indesejado em certos estilos de cerveja. Além disso, diferentes métodos de processamento das bananas resultaram em diferentes perfis de sabor e aroma na cerveja. Em conclusão, as bananas podem ser usadas com sucesso como ingrediente na fabricação de cerveja, adicionando complexidade e um caráter único à bebida (WOODS, 2017).

Rosa (2021) realizou um estudo sobre a produção de cervejas com baixo teor alcoólico usando banana como adjunto do malte. A pesquisa mostrou que é possível obter uma menor quantidade de extrato fermentescível e um teor alcoólico menor usando diferentes processos de mosturação. As proporções malte/banana foram ajustadas para produzir cervejas com teores alcoólicos de 1,81% e 1,99%. O estudo concluiu que é viável produzir cervejas com baixo teor alcoólico usando banana madura, sem grandes alterações no processo.

Hernalsteens & Lazzi (2019) descreveram uma abordagem incomum para corrigir um estilo de cerveja histórico usando a planta de banana *Melilotus officinalis* como um fermentável. A pesquisa detalha os passos para transformar a planta em um extrato fermentável, investigando suas propriedades e processando-a adequadamente para uso em cerveja. Os autores realizam experimentos de fermentação com diferentes concentrações de *Melilotus officinalis*, avaliando

o impacto na qualidade sensorial da cerveja. Os resultados mostram que a adição desse fermentável pode melhorar certas características da cerveja relacionadas ao aroma e sabor. Este estudo forneceu *insights* úteis para a indústria cervejeira em busca de inovação e correção de estilos históricos.

4.4.2.4 Caldo de cana-de-açúcar

O caldo de cana (*Saccharum officinarum*) é uma bebida muito apreciada no Brasil, sendo produzida a partir da cana-de-açúcar, que é uma cultura perene cultivada por um período de 4 a 6 anos. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, o que confere grande importância a essa cultura no agronegócio nacional. Na safra 2019/20, estima-se que a produção de cana-de-açúcar seja de 622,3 milhões de toneladas, um aumento de 0,3% em relação à safra anterior (FERNANDES, 2019).

O caldo de cana possui um alto teor de açúcares, o que possibilita a obtenção de uma bebida com maior teor alcoólico quando usado no processo cervejeiro. Além disso, é uma matéria-prima de baixo custo, disponível em grande quantidade e rica em carboidratos e micronutrientes, tornando-o adequado como adjunto na produção de cerveja. Estudos mostram que o aumento da concentração do adjunto de caldo de cana está diretamente relacionado ao aumento dos níveis de compostos fenólicos, atividade antioxidante e sabor da cerveja. (FERNANDES, 2019).

Fernandes (2019) estudou a produção de cervejas artesanais do estilo Pale Ale com adição de caldo de cana e água de coco. As cervejas foram analisadas físico-quimicamente e avaliadas sensorialmente por 120 provadores. As cervejas com 10% de caldo de cana e com 10% de água de coco tiveram boa aceitação sensorial, sem alterações significativas nas características físico-químicas. Portanto, a adição desses ingredientes teve um impacto positivo nos atributos sensoriais das cervejas.

Baggio et al. (2019) avaliou a viabilidade de utilizar caldo de cana-de-açúcar como substituto do malte na produção de cerveja artesanal. Os resultados mostraram que a fermentação foi satisfatória, com alta taxa de atenuação e teor alcoólico adequado. Além disso, a cerveja feita com caldo de cana-de-açúcar apresentou estabilidade e qualidade comparáveis à cerveja feita com malte convencional. Os avaliadores sensoriais também consideraram a cerveja feita com caldo de cana-de-açúcar agradável, com sutis aromas e sabores de caramelo. No

entanto, foram observadas diferenças nas características físico-químicas, como cor e densidade, entre as duas cervejas.

Almeida, (2017) investigaram a possibilidade de usar caldo de cana-de-açúcar na fermentação alcoólica para produção de cerveja. Os resultados mostraram que é viável substituir parte do malte de cevada por caldo de cana, pois este possui açúcares fermentáveis que permitem produzir uma cerveja com teor alcoólico similar ao da cerveja tradicional. Além disso, não houve alterações significativas nas características sensoriais da cerveja produzida com o uso do caldo de cana.

Ferreira et al. (2015) avaliaram a viabilidade técnica e econômica da produção de cerveja artesanal com caldo de cana-de-açúcar como fonte de açúcares fermentáveis. Foram realizados experimentos em laboratório, substituindo parcialmente o malte de cevada pelo caldo de cana na formulação da cerveja. Testes de fermentação, análises químicas e sensoriais foram conduzidos para avaliar a qualidade da cerveja. Os resultados indicaram que a adição de caldo de cana na formulação foi viável tecnicamente, com boa taxa de fermentação e qualidade satisfatória da bebida. Além disso, o uso do caldo de cana apresentou benefícios econômicos, por ser uma fonte de açúcar mais barata que o malte de cevada.

4.4.4.5 Café

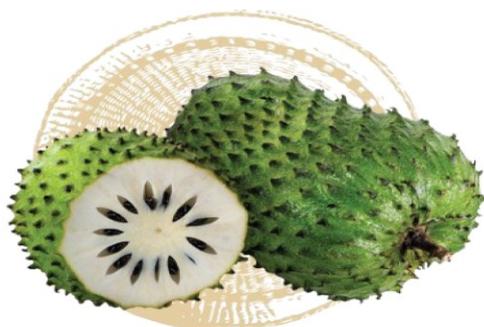
Almeida et al. (2023) analisaram as diferenças entre cervejas com e sem café. O pH das cervejas se manteve próximo em ambos os casos, com valores de $4,09 \pm 0,02$ e $4,00 \pm 0,03$, respectivamente. Os sólidos solúveis totais das cervejas não apresentaram diferenças significativas. A Acidez Total (A.T.) da cerveja com café foi maior do que a da cerveja sem café, possivelmente devido à adição do café, que é um produto ácido. A coloração da cerveja com café foi mais escura, devido à cor mais intensa do café em comparação aos maltes utilizados. O teor alcoólico da cerveja com café foi menor do que na cerveja sem café, devido à adição de solutos não voláteis do café. O extrato seco das cervejas foi semelhante ao da literatura. Os Fenóis Totais foram maiores na cerveja com café, possivelmente devido à migração de compostos fenólicos do café para a cerveja. O amargor da cerveja com café foi maior do que na cerveja sem café, provavelmente devido à presença de compostos amargos do café. No geral, os resultados deste estudo estão de acordo com estudos anteriores sobre cervejas e adicionam informações sobre a adição de café.

Duarte (2015) desenvolveu uma cerveja artesanal usando café como aromatizante. Após uma análise sensorial inicial, a cerveja foi reformulada com diferentes concentrações de café para ajustar a intensidade do sabor. As cervejas resultantes, com teor alcoólico entre 5,17% e 5,78%, passaram por análises microbiológicas e de rendimento. A cerveja com 45% de café foi a mais bem avaliada e comparou favoravelmente com uma cerveja comercial em uma segunda análise sensorial.

4.4.2.6 Graviola

A graviola (*Annona muricata L.*) (Figura 17) é um fruto tropical que possui um sabor característico é amplamente conhecida em toda a região nordeste do Brasil. Os estados da Paraíba, Bahia, Ceará, Pernambuco e Alagoas são alguns dos principais produtores dessa fruta . Além disso, seu consumo pode ocorrer tanto in natura quanto na forma de derivados, como sucos, sorvetes, compotas, geleias e doces (MORAES et al,2018).

Figura 16 - Fruto de Graviola



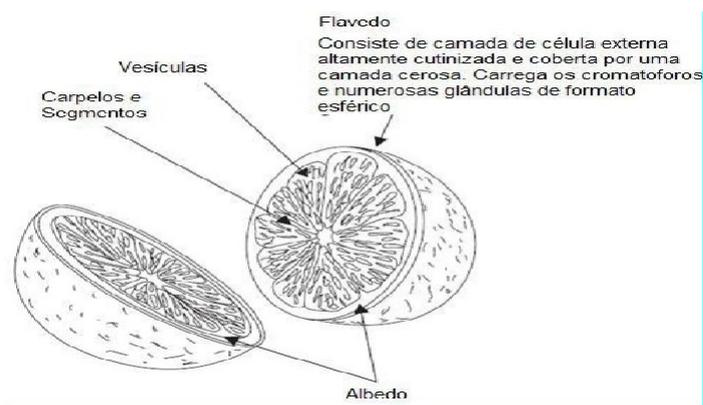
Fonte: BRASIL,2024

Moraes et al (2018) criaram uma cerveja artesanal estilo *Fruit Beer* com polpa de graviola e compararam sua aceitação sensorial com uma cerveja *Blonde Ale*. Testes com 78 avaliadores mostraram preferência pela *Fruit Beer*, com média de avaliação global de 7,59 contra 6,35 da *Blonde Ale*. A intenção de compra também foi maior para a *Fruit Beer*. A análise por faixa etária mostrou diferença significativa apenas entre os avaliadores de 18-24 anos, que preferiram a *Fruit Beer*.

4.4.2.7 Laranja e casaca da laranja

A laranja é uma fruta cítrica amplamente cultivada em várias partes do mundo. O termo "fruta" é utilizado para descrever o estágio crítico na reprodução de plantas, sendo a estrutura que protege as sementes até que estejam completamente formadas e auxiliando em sua dispersão. As frutas podem ser divididas em dois grupos: secas ou suculentas. As frutas cítricas são exemplos de frutas suculentas e são amplamente utilizadas para fins comerciais em regiões onde o inverno não é muito rigoroso. Os principais tipos de frutas cítricas incluem limão, lima, toranja e laranja. A Figura 18 apresenta os principais componentes de um típico fruto cítrico (TAYLOR, 2005).

Figura 17 - Os componentes de um fruto cítrico típico



Fonte: Adaptado de Taylor (2005)

Manzoli (2017) produziu cervejas com suco de laranja como aditivo ao malte. A cerveja com 10% de suco concentrado de laranja foi produzida em escala piloto, mostrando boa aceitação sensorial. O uso de laranja resultou em cervejas de baixa fermentação, visto que houve fermentação e conseqüentemente produção de etanol. A cerveja produzida teve aceitação semelhante às cervejas comerciais e maior intenção de compra.

Furtado et al. (2016) analisaram a produção de cerveja adicionando suco de laranja e sua influência na fermentação e características sensoriais. Avaliou-se como a adição de suco de laranja afeta a fermentação da cerveja e suas características sensoriais. Foram realizados experimentos onde diferentes quantidades de suco de laranja foram adicionadas à cerveja

fermentada. Os resultados mostraram que a adição deste ingrediente afetou a fermentação, resultando em um aumento da produção de álcool. A presença do suco de laranja influenciou as características sensoriais da cerveja, proporcionando um sabor cítrico e aroma característico da fruta.

Além disso, as cascas de laranja também podem ser utilizadas como ingrediente no processo de fabricação de cervejas estilo belga. Estas podem ser adicionadas em diferentes momentos do processo de produção da cerveja, como na fervura do mosto, durante a fermentação ou na maturação. Ao adicionar as cascas de laranja na fervura do mosto, por exemplo, é possível extrair os óleos essenciais presentes nas cascas, o que contribui para o aroma e sabor cítrico na cerveja (PALMER,2006;).

Castro et al. (2018) analisaram a utilização da casca de laranja na produção de cerveja artesanal . Verificaram a composição química da casca de laranja e sua influência nas propriedades da cerveja. Concluíram que a adição de casca de laranja promoveu alterações nas características organoléticas da bebida, conferindo um sabor cítrico e um aroma característico da fruta, além de ter um efeito positivo na estabilidade e vida útil da cerveja, devido a casca de laranja possuir compostos antioxidantes, como flavonoides e polifenóis, que ajudam a proteger a cerveja contra a oxidação.

Santanna et al. (2019) avaliaram as características sensoriais e físico-químicas de cervejas artesanais produzidas com a adição de casca de laranja. Utilizaram cascas de laranja de diferentes tipos, que passaram por processos de secagem e trituração. Concluíram que a adição de casca de laranja melhorou as características sensoriais, fornecendo um aroma cítrico e complexo, e também afetou positivamente as propriedades físico-químicas das cervejas, como teor alcoólico, densidade e leve acidez, devido a casca de laranja conter compostos ácidos, como ácido cítrico, que são liberados durante o processo de fermentação da cerveja.

Dobón-Suárez et al. (2024) criaram uma cerveja artesanal enriquecida com casca de laranja. A adição da casca resultou em cervejas com maior acidez, teor de sólidos solúveis, cor, amargor e teor alcoólico. As cervejas também apresentaram maior quantidade de compostos fenólicos e atividade antioxidante, além de sabores e aromas florais, frutados e cítricos. Concluiu-se que a casca de laranja é um aditivo promissor para cervejas artesanais.

4.4.2.8 Manga

A manga *cv. Espada* (Figura 19) constitui uma importante fonte de fitoquímicos: estes denotam propriedades antioxidantes que retardam a velocidade da reação oxidante, protegendo o organismo contra os radicais livres. No entanto, em alguns vegetais há uma variação destes compostos, podendo ser influenciados pelas condições edafoclimáticas de cultivo, grau de maturação, algumas frutas iminentemente contém um maior teor destes compostos nas sementes, nas cascas, apresentando um valor superior dos encontrados na polpa (SILVA, 2020).

Figura 18 - Manga *cv. Espada*



Fonte: Floresta Água Norte, 2018

Silva (2020) desenvolveu e caracterizou uma cerveja artesanal de alta fermentação com adição de *manga cv. Espada*. Foram realizadas análises físicas, físico-químicas, e análise microbiológica da polpa da manga. Foram realizados 7 experimentos com diferentes concentrações de polpa e teor de sólidos solúveis. A adição de polpa de manga contribuiu para uma fermentação mais uniforme e fornecimento de açúcares fermentescíveis. A concentração de polpa influenciou positivamente nos sólidos solúveis, extrato real, extrato primitivo e turbidez da cerveja. A concentração de polpa e o teor de sólidos solúveis influenciaram os teores de açúcares e teor alcoólico. Os compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante também foram influenciados pela concentração de polpa. As análises microbiológicas foram satisfatórias. Os melhores atributos sensoriais da cerveja foram sabor residual da fruta, acidez, teor alcoólico, amargor, sabor frutado, textura encorpada e cor característica da fruta.

4.4.2.9 Pitaya

As pitayas (Figura 20) são conhecidas mundialmente como Dragon Fruits ou Frutas-do-Dragão e pertencem à família Cactaceae, a qual possui aproximadamente 100 gêneros e 1.500 espécies nativas das Américas. No Brasil, a pitaya é considerada uma fruta exótica devido à sua pouca conhecida, aparência exuberante e alto valor comercial, principalmente em mercados exigentes. (SANTOS, 2024).

Figura 19 - Frutos da Pitaya



Fonte: BRASIL,2024

Hubner (2019) desenvolveu uma cerveja Catharina Sour com pitaya e gengibre. A melhor formulação tinha 98% de pitaya e 2% de gengibre. A cerveja com 10% de polpa de pitaya e gengibre teve o maior teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante. A adição de pitaya e gengibre pode enriquecer o sabor, aroma e antioxidantes da cerveja.

4.4.2.10 Uvas

O cultivo da videira têm desempenhado um papel importante na civilização ocidental. Acredita-se que tenha começado na região conhecida como Transcaucásia, no Mar Negro, durante a era Neolítica. No entanto, foram encontradas sementes de uva em toda a Europa durante os períodos Paleoclimáticos Atlântico Sub-boreal. Atualmente, a videira é cultivada em áreas situadas entre as latitudes de 50°N até 30°S, incluindo regiões próximas ao equador. No Brasil, foi introduzida em 1532 por Martin Afonso de Souza. A videira pertence à família *Vitaceae*, sendo o gênero *Vitis* o mais importante, com espécies como *Vitis labrusca*, *Vitis vinifera* e *Vitis spp.* (ALBUQUERQUE,2003).

A Figura 21 mostra as uvas da videira.

Figura 20 - Imagem de uvas



Fonte: BRASIL, 2024

Medeiros (2023), apresentou uma opção de receita para desenvolver uma bebida não convencional com características de cerveja, porém sem o amargor tradicional, visando atrair um público menos exigente em busca de um sabor mais frutado e adocicado. Para obter essas características, diversos fatores foram considerados durante o processo de elaboração da receita. Foi escolhida a uva como fruta principal, por sua doçura e popularidade; determinou-se o momento ideal para a adição do lúpulo durante a mostura; estabeleceu-se a quantidade de suco de uva a ser adicionado após a fermentação; Para a produção de uma fruit beer a maturação é a etapa diferencial, onde é adicionado o suco da fruta escolhida para a cerveja. A cerveja base foi uma pilsen e foi adicionada em garrafas âmbar e completada com os volumes referentes às concentrações. Os ensaios foram feitos para 1 L de cerveja por garrafa. Após a adição a bebida foi mantida em incubadora 0°C para a absorção do sabor do suco. e realizaram-se análises classificatórias da bebida. Para induzir a carbonatação natural da bebida foi adicionado ao fim da maturação 9 g/L de dextrose e mantido a 5°C. Os resultados revelaram que uma concentração de 20% de suco de uva no processo de produção da fruit beer se mostrou a mais apropriada, proporcionando uma maior facilidade de consumo, ausência de aromas indesejáveis e sabores desagradáveis, além de uma atraente coloração rosada.

4.4.3 Hortaliças

4.4.3.1 Alcachofra

A alcachofra (Figura 22) é uma hortaliça para paladares refinados, trazida para o Brasil pelos italianos que a cultivam há pelo menos dois mil anos. Da família *Asterácea*, a mesma da

alface, chicória e girassol, é nativa da Região Mediterrânea e cultivada como planta perene.. Consome-se o botão floral, formado por um conjunto de escamas e uma base carnosa de onde saem as escamas. A alcachofra é fonte de vitamina C, ácido fólico, magnésio e potássio. Possui poucas calorias e é rica em fibras (LANA et al, 2020).

A parte comestível da alcachofra é o botão floral, constituído por várias camadas de escamas e uma base carnuda de onde as escamas se desenvolvem. Ela é uma excelente fonte de vitamina C, ácido fólico, magnésio e potássio. Além disso, contém baixo valor calórico e é rica em fibras. (LANA et al, 2020).

Figura 21 - Alcachofra



Fonte: BRASIL,2024

Santa et al. (2020) produziram cerveja com alcachofra, uma planta com aplicações culinárias e medicinais. Foram adicionadas 1, 2 e 3 gramas de folhas desidratadas de alcachofra por litro de cerveja. A adição de alcachofra alterou as características organolépticas da cerveja, conferindo notas específicas de aroma e sabor. Além disso, foi observado um aumento no teor de compostos fenólicos na cerveja, o que pode trazer benefícios para a saúde. A alcachofra tem potencial para diversificar a oferta de cervejas especiais e auxiliar o desenvolvimento de microcervejeiras.

4.4.3.2 Beterraba

A beterraba (Figura 23), uma hortaliça tuberosa que tem sua origem na Europa, pertence à família *Quenopodiácea*, assim como a acelga e o espinafre verdadeiro. Embora seja comumente chamada de raiz, na verdade, ela é o resultado do engrossamento de uma parte do caule. No Brasil, a beterraba mais conhecida é aquela cujas raízes são consumidas como hortaliça, mas existem também outros tipos, como a beterraba açucareira, utilizada na produção

de açúcar, e a beterraba forrageira, destinada à alimentação animal. Uma das características marcantes da beterraba é sua alta concentração de açúcares. Além disso, ela se destaca entre as hortaliças pelo seu teor de fibras alimentares, manganês, potássio e zinco. Também é uma boa fonte de vitamina B9 (ácido fólico) e vitamina C (LANA et al. 2020).

Figura 22 - Beterraba



Fonte: BRASIL, 2024)

Lys (2022) elaborou uma cerveja artesanal estilo *Belgian blond* ale adicionando cascas de beterraba. A adição desse adjunto resultou em aumento da complexidade aromática, propriedades bioativas e do perfil volátil da cerveja. Foram elaborados mostos suplementados com cascas de beterraba utilizando 4 tratamentos, incluindo um controle, B1 (100g/L), B2 (150g/L) e B3 (200g/L) sendo que a cerveja B2 e B3 apresentaram um teor de etanol significativamente maior em comparação ao controle, enquanto a cerveja B1 teve uma concentração menor. A formação de glicerol foi maior na cerveja B1 em comparação com B2 e B3. A suplementação do mosto com cascas de beterraba também influenciou na formação de ácidos orgânicos, sendo que as amostras B1, B2 e B3 apresentaram maior teor em comparação ao controle. Foram identificados diversos compostos voláteis nas cervejas adicionadas de casca de beterraba, incluindo ésteres importantes para a caracterização aromática da bebida. A adição das cascas de beterraba também aumentou a atividade antioxidante e o teor de compostos fenólicos das cervejas. Em resumo, a adição de cascas de beterraba resultou em cervejas com maior teor de etanol, ácidos orgânicos, complexidade aromática, atividade antioxidante e compostos fenólicos, tornando-se uma alternativa promissora para cervejas artesanais.

4.4.3.3 Brócolis

Os brócolis (Figura 24) são hortaliças de inflorescência, originárias da Região Mediterrânea. Pertencem à família *Brassicácea*, assim como a couve comum, a couve-flor, o repolho, a mostarda, o rabanete e o agrião. Os brócolis são hortaliças com poucas calorias, sendo recomendáveis para regimes de emagrecimento. Possuem um considerável teor de vitamina C. Seu teor de vitamina A é elevado quando comparado ao do repolho e da couve-flor, mas inferior ao da couve comum. Também são fontes de fósforo, ferro, cálcio e fibras. Os teores de cálcio são próximos aos do espinafre, mas os brócolis têm a vantagem de ser mais digestíveis. Eles se destacam pelo teor de fibras alimentares, magnésio, manganês, fósforo, potássio, zinco e vitaminas B1, B2 e B3(LANA et al. 2020).

Figura 23 - Brócolis



Fonte: (BRASIL,2024)

Sánchez-Bravo (2023) focou no desenvolvimento de uma cerveja à base de brócolis, rica em sulforafano dietético (SFN), um composto bioativo. No entanto, a remoção de álcool da cerveja, necessária para minimizar os efeitos nocivos do álcool na dieta, pode afetar a concentração final de SFN. O estudo avaliou a perda de SFN em cervejas sem álcool suplementadas com brotos de brócolis. Os resultados mostraram que a remoção de álcool não afetou significativamente a concentração de SFN antes do engarrafamento, mas após o engarrafamento, a concentração de SFN diminuiu significativamente. Isso sugere que o processo de remoção de álcool tem um efeito negativo na concentração final de SFN durante o armazenamento, comprometendo o valor da cerveja como fonte dietética de SFN. O estudo conclui que mais pesquisas são necessárias para ajustar o processo de remoção de álcool e minimizar a perda de SFN.

4.4.3.4 Cenoura

A cenoura (Figura 25), uma planta pertencente à família *Apiaceae*, é uma hortaliça que tem como característica a formação de raízes tuberosas. No Brasil, seu cultivo é bastante difundido nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul do país, abrangendo uma área de aproximadamente 28 mil hectares. A produção anual atinge cerca de 750 mil toneladas de raízes. Ainda que seu desenvolvimento seja melhor em áreas de clima ameno, tem-se observado nos últimos anos um aumento no plantio de cenoura na Bahia e em Goiás, impulsionado pelo desenvolvimento de variedades mais adaptadas ao calor e resistentes às principais doenças que afetam suas folhas (GIOVANI, 2012).

Figura 24 - Imagem Cenouras



Fonte: BRASIL,2024

Jr.(2023) descreveu no site cervejar.com, cervejas feitas com legumes e verduras. Em cervejaria rural, localizada em Gonçalves, Minas Gerais, elaborou cervejas artesanais com rótulos criativos como “Cenoura e Bronze”, uma “session ipa” feita com cenouras orgânicas.

4.4.3.5 Gengibre

Gengibre tão, popularmente conhecido como raiz de gengibre (Figura 26), mangaratá, mangaratáia ou simplesmente gengibre, é o nome dado ao rizoma da planta *Zingiber officinale Roscoe*. Possui uma altura que varia de trinta centímetros a um pouco mais de um metro. Os ramos e folhas, de cor verde-escura, surgem a partir de um caule grosso, duro, tuberoso, articulado e perene, conhecido como rizoma (RAVINDRAN, 2005).

Figura 25: Gengibre



Fonte: ALVES, 2024

A cerveja é uma das bebidas mais populares em todo o mundo e é feita a partir da fermentação do mosto cervejeiro, composto por quatro elementos essenciais: malte, água, lúpulo e leveduras. O processo de produção da cerveja oferece uma ampla variedade de sabores e características básicas. Neste estudo, nosso objetivo foi produzir artesanalmente uma cerveja do tipo Pilsen, fermentando o mosto a temperaturas de 12 °C nos primeiros 8 dias e 0 °C por mais 8 dias, para avaliar como essa variação afeta suas propriedades físico-químicas. As cervejas foram analisadas quanto à densidade relativa utilizando um picnômetro, ao teor alcoólico por meio de equações utilizadas na produção de cerveja artesanal, à acidez total por titulação com hidróxido de sódio 0,1 M e ao pH através de um pHmêtro e elétrodos. Após analisar os resultados, observamos que a cerveja artesanal com adição de gengibre apresentou valores inferiores de densidade relativa, pH, teor alcoólico e acidez total em comparação à amostra sem gengibre, indicando que a adição de gengibre teve um impacto positivo.

De forma geral, ambas as amostras apresentaram as características físico-químicas esperadas para uma cerveja do tipo Pilsen. (MESSIAS JR., 2023).

4.4.3.5 Pepino

Cerca de 95% do pepino (Figura 27) consiste em água, o que o torna uma excelente fonte de hidratação. Além disso, é rico em fibras, o que é fundamental para a saúde digestiva. O pepino tem baixo teor calórico e contém pequenas quantidades de vitamina C, folato, potássio e vitamina A. É importante ressaltar que a vitamina A está presente principalmente na casca do pepino, que muitas vezes é descartada. No mercado brasileiro, encontramos quatro tipos de pepino: "caipira", "conserva", "aodai ou comum" e "japonês ou aonaga" (CARVALHO et al., 2016).

Figura 26 -Pepino Caipira



Fonte: BRASIL,2024

Jr (2023), noticiou que as cervejas com pepinos deram origem a uma classificação especial de cervejas conhecidas como “*Cucumber Beers*”. A cervejaria Salvador Brewing, de Caxias do Sul (RS), criou a Ardenas Sour Pepino, A adição costuma trazer bastante refrescância, o que combina com diversos estilos de cerveja mais leves.

4.4.3.6 Louro

A família *Lauraceae* é representada por 50 gêneros contendo aproximadamente 2500 espécies, em sua maioria de porte arbóreo ou arbustivo, e estão amplamente distribuídas em regiões tropicais e subtropicais. A região do sudeste asiático e a América do Sul são especialmente ricas em espécies dessa família (JUDD et al., 1999).

A Figura 28 mostra as folhas de louros.

Figura 27 - Folhas de Louro



Fonte: BRASIL,2024

Cardoso (2020) focou na produção de cerveja com malte pilsen e folha de louro, escolhida por suas propriedades aromáticas e medicinais. O experimento, realizado em duplicata, envolveu a fermentação por leveduras do tipo Ale por 88 horas a 18°C, seguida de maturação por 14 dias a 5°C. As folhas de louro não impactaram significativamente a concentração celular ou o consumo de substrato das leveduras, mas aceleraram a morte celular, resultando em uma cerveja mais límpida. Além disso, as folhas transferiram parte de seus óleos essenciais para a cerveja, conferindo aroma e sabor. A substituição parcial do lúpulo pelas folhas foi bem-sucedida, sem formação de biofilme ou instabilidade no produto. As folhas também adicionaram um leve aroma doce e amargor à cerveja, tornando-se uma opção interessante para a produção de cervejas artesanais.

4.4.4 Especiarias

4.4.4.1 Capim-cidreira

Cymbopogon citratus (Figura 29) é uma planta popularmente conhecida por diversos nomes, como capim-limão, capim-cidrô, capim-cheiroso, capim-cidreira, capim-cidrão, citronela-de-java e erva-cidreira. É cultivada comercialmente para a produção de um óleo essencial chamado óleo de Lemongrass. O chá feito a partir de suas folhas tem uma ampla aplicação terapêutica e é consumido no Brasil e em outros países. O óleo essencial desta planta possui um aroma de limão e é amplamente utilizado na indústria de perfumaria, cosméticos e farmacêutica. Diversos estudos têm relatado a composição química da planta, e os compostos principais encontrados são o citral e o mirceno (LAHM, 2023).

Figura 28 - Capim Cidreira (*Cymbopogon citratus*)



Fonte: BRASIL,2024

Lahm (2023) produziu uma cerveja artesanal do tipo Pilsen com a adição de extrato aquoso concentrado de capim-cidreira (*C. citratus*) e avaliou suas propriedades físico-químicas. O extrato aquoso foi obtido através de maceração, seguida de percolação durante 24 horas (10% m/V), filtração e crioconcentração por centrifugação. A cerveja foi produzida utilizando os maltes Viena, Munich I e Pilsen, água mineral Crystal, lúpulo Magnum e levedura W34-70. Foram realizadas análises para determinar o pH, teor de sólidos solúveis, cor e teor alcoólico da cerveja. Os resultados encontrados foram um pH de 4,6, teor de sólidos solúveis de 3,5 °Brix, teor alcoólico de 5,2%, acidez de 0,05% e cor amarelada. Observou-se semelhança entre a cerveja comercial e a cerveja produzida com capim-cidreira.

4.4.4.2 Erva- mate

Bastante consumida na forma de chimarrão e chá, em especial nos estados do Sul do país, a cada dia aumenta o interesse do mercado internacional pelas propriedades da erva-mate (Figura 30), como teor de cafeína, teobromina e saponina. Existe um amplo espaço para ocupar neste mercado, mas também é possível desenvolver novos produtos, como chás, energéticos e outras bebidas, cosméticos e produtos de limpeza tendo a erva-mate como matéria-prima. Crescem as oportunidades do mercado de erva-mate e melhorias no sistema de produção podem auxiliar o produtor a se tornar mais competitivo. Historicamente, a erva-mate tem sido fundamental para a economia de muitos municípios do Sul do Brasil e, atualmente, é o principal produto não madeireiro do agronegócio florestal na região (EMBRAPA, 2019).

Figura 29 - Erva- mate



Fonte: BRASIL,2024

Oliveira et al. (2021) elaboraram cerveja artesanal utilizando a erva-mate como substituto parcial do lúpulo. Foram elaboradas cinco diferentes formulações de cerveja, sendo uma delas isenta de lúpulo por erva-mate e outras quatro formulações, com respectivamente 11,11%, 22,22%, 44,44% e 66,67% de erva-mate. Análise de teor alcoólico (% v/v), pH, acidez (g de ácido láctico, % m/v), Brix, extrato real (% m/v), extrato primitivo Fermentação. As cervejas elaboradas foram classificadas com base nas análises físico-químicas como extras e com alto teor alcoólico. Com base nos resultados das análises estatísticas, a variação das médias dos teores alcoólicos das cervejas produzidas com diferentes concentrações de erva-mate, não apresentou diferença significativa ao nível de 5% de significância, o que leva a concluir que a substituição parcial do lúpulo por erva-mate não promove alterações nos teores alcoólico das cervejas. Todas as cervejas apresentaram teores de álcool de 5,40 a 5,73% (v/v). Segundo a legislação (BRASIL, 1997), quando o teor de álcool de uma cerveja se encontra no intervalo de 4,5 a 7,0%, a bebida é classificada como cerveja de alto teor alcoólico.

4.4.4.3 Pimenta dedo de moça

A pimenta dedo-de-moça (Figura 31) é bastante popular no Brasil, especialmente nas regiões Sul e Sudeste. Sua denominação é atribuída à sua forma, que se assemelha a um dedo. Ela faz parte da mesma família do ají amarillo, uma pimenta amplamente utilizada na culinária do Peru, e da cambuci, também conhecida como chapéu-de-frade, comumente encontrada na culinária do sudeste brasileiro (CASTRO, 2022).

Figura 30 - Pimenta dedo de moça



Fonte: BRASIL,2024

Castro et al. (2022) produziram cervejas artesanais com e sem pimenta dedo-de-moça. A cerveja com pimenta apresentou maior teor alcoólico, compostos fenólicos e potencial antioxidante. A cor foi a única característica que apresentou valor médio igual para ambas as cervejas. A adição de pimenta pode melhorar a produção de cervejas artesanais, mas é necessário analisar a sensorialidade e a estabilidade do produto durante o armazenamento para garantir a qualidade.

4.4.4.4 Pimenta rosa

A árvore aroeira-vermelha, uma espécie perenifólia que pode atingir diferentes alturas e diâmetros, dependendo de sua fase de crescimento. O tronco é curto e tortuoso, e a árvore possui uma copa ampla e arredondada. Os ramos secundários (Figura 32) crescem horizontalmente a partir do tronco, formando uma estrutura conhecida como galhos ou ramos plagiotrópicos. O fruto da aroeira-vermelha é uma drupa globosa que varia de cor e tamanho durante seu amadurecimento. Os frutos maduros são utilizados como condimento chamado pimenta-rosa e possuem uma única semente envolta por uma membrana de origem dupla. A semente é lisa e de cor amarelo-claro, com uma mancha marrom escura (NEVES, . et al. 2016).

Figura 31 - Ramo de aroeira- vermelha com frutos imaturos



Fonte: BRASIL,2024

O estudo realizado por Vieira et al. (2016) investigou a elaboração de cerveja artesanal do estilo Ale Blond com adição de pimenta rosa. Foram avaliadas as características físico-químicas, a aceitação sensorial e a intenção de compra da cerveja. Foram produzidas formulações diferentes com e sem pimenta. A formulação 1, sem adição de pimenta (controle); a formulação 2, com 2% de pimenta adicionada durante a etapa de fervura; a formulação 3, com 1% de pimenta adicionada durante a etapa de fervura; e a formulação 4, com 1% de pimenta, sendo 0,5% adicionada na etapa de fervura e 0,5% na etapa de fermentação. As análises físico-químicas não mostraram diferenças significativas entre as formulações. No teste de aceitação, os atributos cor, aroma, espuma e impressão global não apresentaram diferenças significativas. Quanto ao sabor, as formulações 1 e 3 foram as mais bem avaliadas. No teste de intenção de compra, as formulações 1 e 3 tiveram resultados semelhantes, indicando uma possível compra do produto. Conclui-se que a adição de pimenta nas concentrações testadas não influenciou nas características físico-químicas e sensoriais da cerveja. A adição durante a etapa de fervura foi considerada a mais recomendada. Essa inovação de utilizar pimenta rosa no processamento de cervejas pode ser viável no mercado de cervejas especiais.

4.5 Uso de Leveduras não convencionais na produção de cerveja

As leveduras da espécie *S. cerevisiae* foram domesticadas e sua aplicação na indústria se tornou fundamental para vários processos biológicos. Embora o metabolismo das leveduras do gênero *Saccharomyces* já seja bem compreendido, pouco se sabe sobre outras leveduras, que são coletivamente chamadas de não convencionais ou não *Saccharomyces* (NANDY, 2018).

Basso (2019), avaliou as características fisiológicas de duas cepas de leveduras não convencionais (*Brettanomyces anomalus* e *Torulaspota delbrueckii*) em comparação com duas cepas convencionais (*S. cerevisiae*) para a produção de cervejas artesanais. As leveduras não convencionais demonstraram características essenciais para a fermentação de cervejas, sendo que a *B. anomalus* mostrou capacidade de metabolizar diversas fontes de carbono, enquanto a *T. delbrueckii* foi mais limitada nesse aspecto. Ambas as leveduras apresentaram crescimento em teores alcoólicos de 4% e 8%, porém a *T. delbrueckii* tolerou uma maior concentração de compostos de lúpulo. As conclusões do estudo indicam que as leveduras *B. anomalus* e *T. delbrueckii* possuem potencial para a produção de cervejas, desde que suas características fisiológicas sejam compatíveis com as expectativas para a cerveja desejada.

Benito (2019), descreveu que antigamente a levedura conhecida como *T. rosei* ou *T. fermentati* era encontrada em frutas, solo, casca de árvores, suco de frutas vermelhas e malte. Sua presença variava de 4% em alimentos a 6% em frutas e bebidas. As leveduras *Torulaspota*, pertencente à família *Saccharomycetaceae*. Do ponto de vista fisiológico e bioquímico, essas leveduras fermentam glicose, frutose, sacarose e outros açúcares. No entanto, dependendo da cepa, pode haver limitação na assimilação de maltose. Nesses casos, a fermentação resulta em cervejas com baixo teor alcoólico.

Faria (2021) analisou cervejas artesanais fermentadas com diferentes estirpes de levedura. A cerveja A usou *S. cerevisiae* *seca* *WB-06* e a cerveja B usou fermento de pão. As análises físico-químicas e sensoriais mostraram que ambas as cervejas tinham densidade inferior à cerveja de referência Hoegaarden. A cerveja A teve 70% de aceitação e destacou-se em concentração de espuma, aroma, cor e frescor. A cerveja B teve 90% de aceitação.

Matraxia et al. (2021) estudaram a fermentação das cepas *Saccharomyces Hanseniaspora uvarum*. As linhagens YGA2 e YGA34 se destacaram por seu rápido desenvolvimento na presença de etanol e lúpulo. A linhagem YGA34, que apresentou as melhores propriedades tecnológicas, foi selecionada para a produção de cerveja. Sua inclusão em fermentações de cultura mista e sequencial com US-05 influenciou significativamente as concentrações de glicerol e ácido acético, aumentando a complexidade e intensidade sensorial da cerveja. Isso sugere um potencial uso de “*co-starters*” na produção de cerveja artesanal.

Nyhan et al. (2023) observaram que leveduras não *Saccharomyces* não conseguem usar maltotriose como energia, resultando em fermentações mais longas comparadas à levedura *S. cerevisiae* *WLP001*. A co-fermentação com bactérias lácticas reduziu o pH, aumentou a acidez total e elevou os níveis de ácido láctico nas cervejas. As cervejas não alcoólicas (NABs) produzidas por co-fermentação foram bem aceitas, com sabores frutados e altos níveis de ésteres. A NAB produzida com *L. fermentati* *KBI 12.1* e *L. plantarum* *FST 1.7* teve baixos níveis de diacetil indesejável e sabor frutado e ácido.

Capece (2018) explorou uma nova abordagem para a produção de cervejas sem álcool (NABs) usando co-fermentação limitada de leveduras não *Saccharomyces* com *Lactobacillus*. Fermentações em escala laboratorial foram realizadas com *Lachancea fermentati* *KBI 12.1* e *Cyberlindnera subsufficiens* *C6.1*, juntamente com *Lactiplantibacillus plantarum* *FST 1.7*, e comparadas com a levedura de *S. cerevisiae* *WLP001*. As cervejas finais foram analisadas em

relação a vários parâmetros, incluindo concentração de açúcar, ácidos orgânicos, teor de nitrogênio amino livre (FAN), glicerol e níveis de metabólitos voláteis. Cepas cervejeiras não convencionais fornecem rotas metabólicas alternativas para utilização de substrato e formação de produtos, tais como espécies que possuem características metabólicas úteis, e às vezes incomuns, que são potencialmente interessantes para a produção de novos estilos de cerveja. Eles produzem vários compostos voláteis que afetam o perfil aromático da cerveja e podem satisfazer a demanda do consumidor, fornecendo variantes adicionais de sabores totalmente naturais para melhorar o sabor e a percepção sensorial das cervejas. Além disso, hoje em dia os consumidores, além de buscarem mais diversidade nos tipos de cerveja, também estão mais atentos à sua saúde e exigem cada vez mais cervejas com baixo teor alcoólico e sem álcool e light. Concluindo, a utilização de novas leveduras cervejeiras, além de matérias-primas alternativas, representa uma abordagem inovadora para a produção de cervejas especiais e originais.

Croonenberghs et al. (2024) estudaram a produção de bebidas alcoólicas de fruta não açucaradas através de co-fermentação de cerveja. Qualquer fruta pode ser usada, sendo as mais comuns bagas, pomos e drupas. O processo de co-fermentação secundária resulta em bebidas com menos carboidratos residuais e sabores menos doces ou mais azedos. A fermentação mantém a maioria dos sabores frutados. Há uma distinção entre os métodos tradicionais que usam uma bebida ácida como base e os métodos alternativos que usam uma cerveja lager ou ale como base.

4.6 Cervejas Sem Glúten

A busca por produzir cervejas sem glúten tem como objetivo atender às necessidades das pessoas que possuem doença celíaca. Essa doença é uma síndrome caracterizada por uma intolerância ao glúten, sendo necessário adotar uma dieta isenta dessa proteína para o tratamento. Para os portadores dessa síndrome ocorrem danos na mucosa do intestino delgado causado pelas substâncias derivadas das prolaminas, vinculadas ao glúten. No entanto, essa restrição se torna um desafio quando se trata da falta de variedade de cervejas sem glúten disponíveis, o que dificulta o consumo dessa bebida por pessoas com intolerância ao glúten (BOFFILL, 2019).

Segundo Assunção (2018) o *Codex Alimentarius* estabeleceu um padrão internacional para a definição de alimentos livres de glúten. Isso significa que esses alimentos não podem

conter trigo, centeio, cevada ou suas variedades, a menos que sejam submetidos a tratamentos que reduzam os níveis de glúten para valores inferiores a 20 mg/kg.

Boffill (2019) estudou o uso do malte de sorgo como substituto de maltes com glúten, devido à demanda por bebidas sem glúten. Apesar dos desafios, como a alta temperatura necessária para a gelatinização do amido, a pesquisa mostrou que o malte de sorgo pode ser usado com sucesso na produção de bebidas fermentadas sem glúten, com sabor e aceitação semelhantes às cervejas sem glúten comerciais.

Boffill (2019) produziu e avaliou uma cerveja sem glúten com malte de sorgo, arroz e milho. As análises físico-químicas e sensoriais mostraram variações entre as formulações. Todas tiveram aceitação superior a 40%, mas a cerveja comercial sem glúten foi melhor aceita. Recomendou-se ajustes na formulação para melhorar a aceitação sensorial.

Gumienna (2020) realizou uma fermentação utilizando malte de amaranto resultando em uma cerveja de eficiência baixa, teor alcoólico médio, pouca turbidez e coloração amarela. A estabilidade da espuma não atingiu um nível satisfatório, assim como o amargor foi acentuado. No entanto, é válido destacar que a estabilidade geral da cerveja foi considerada satisfatória. O processo para aproveitar melhor o malte de amaranto na produção de cerveja ainda precisa ser aperfeiçoado. Porém, o uso do malte de amaranto como um coadjuvante na fabricação de cervejas sem glúten é uma proposta intrigante e pode despertar a curiosidade dos consumidores.

Gumienna (2020) realizou análise detalhada sobre o processo de produção de malte e cerveja de quinoa, seguindo uma abordagem semelhante à utilizada na fabricação de produtos sem glúten, tal como a cerveja de amaranto. Os resultados obtidos mostraram que a cerveja de quinoa apresentou uma coloração amarela atrativa, levemente turva, com espuma estável e um sabor considerado aceitável

No estudo realizado por Brasil et al. (2019), foi constatado que o trigo sarraceno é um pseudocereal que possui semelhanças com os cereais amplamente conhecidos, como o trigo convencional. Contudo, suas propriedades e características singulares o tornam um alimento versátil e único. Devido à ausência de glúten e alto teor de proteínas, o trigo sarraceno é amplamente utilizado na indústria alimentícia, especialmente na produção de cerveja. Esse

aspecto é de grande importância para pessoas alérgicas e intolerantes ao glúten, já que a cerveja é normalmente produzida com malte de cevada.

Vieira (2019) estudou a produção de pérolas de alginato usando subprodutos da indústria vinícola (WIBP). O estudo revelou que a concentração de WIBP, a concentração de cloreto de cálcio (CaCl_2) e o tempo de complexação (CT) influenciam a taxa de erosão das pérolas após 15 dias de imersão. No entanto, após 90 dias, apenas a concentração de CaCl_2 e CT afetam a erosão. As condições ideais para obter pérolas com menor taxa de erosão e expansão foram 1,5% de alginato de sódio, 4% de WIBP, 0,26 M de CaCl_2 e 26 min de CT. Essas pérolas, que contêm resíduos da indústria vinícola, podem ser usadas como aditivos na produção de cerveja de trigo, aumentando a ingestão de antioxidantes pelo consumidor. A pesquisa também mostrou pela primeira vez a incorporação de compostos fenólicos encapsulados na cerveja. Os compostos fenólicos no WIBP foram protegidos durante 60 dias de armazenamento e liberados durante a digestão simulada, demonstrando o potencial dessas pérolas como enriquecedores de bebidas

De Meo et al. (2011) estudaram a micromaltagem de sorgo, trigo sarraceno, quinoa e amaranto para produção de cerveja. A imersão em Hidróxido de Sódio (NaOH) mostrou efeitos positivos na qualidade do malte, especialmente no trigo sarraceno, aumentando o teor de nitrogênio total solúvel (NTS) e nitrogênio amino livre (NAL). O amaranto mostrou uma fermentabilidade de 56%, superior ao esperado. Os resultados sugerem que esses cereais e pseudo-cereais podem ser usados na produção de cerveja sem glúten, e a imersão alcalina pode otimizar a qualidade do malte.

Assunção (2018) produziu malte de arroz e cerveja sem glúten em escala piloto. Usando *Brewers Clarex* (enzima a qual quebra a proteína na sua ligação com prolina, reduzindo assim o glúten), uma cerveja de malte de cevada sem glúten com melhor fermentação foi obtida. Desafios na filtração foram superados com casca de arroz e temperatura mais alta. A fermentação inicial foi otimizada com enzimas exógenas. Ainda há desafios com a sacarificação incompleta do amido e baixo teor de produtos de degradação de proteínas.

Schork (2015) avaliou duas cervejas sem glúten, A (malte de milho e farinha de arroz) e B (apenas farinha de arroz), comparando-as com uma cerveja comercial com glúten. A cerveja A teve pH e teor alcoólico típicos, enquanto a cerveja B teve valores mais baixos. Na avaliação sensorial, a cerveja B foi menos aceita devido ao sabor, odor e cor. A cerveja A teve notas inferiores à cerveja comercial em sabor e cor, mas similar em odor. A cerveja A recebeu

feedback positivo, indicando potencial para consumo e conhecimento na fabricação de cervejas sem glúten.

Assunção (2018) demonstrou que é viável produzir uma cerveja sem glúten por meio da maltagem do arroz e da utilização de uma enzima específica (*Brewers Clarex*) para a cerveja feita com malte de cevada sem glúten. Foram realizados quatro lotes de cerveja, sendo dois com malte de arroz e os outros dois com malte de cevada. Os resultados indicaram que é necessário adicionar enzimas externas (*Ceremix Flex, FAN Boost e Attenuzyne Core*) para obter um produto semelhante à cerveja com glúten. Isso se deve ao fato de que a maioria dos açúcares obtidos do mosto não são fermentáveis, resultando em uma cerveja com baixo teor alcoólico (2,98% v/v) e de baixa atenuação (36,71%). Apesar da adição de enzimas, ainda não foi possível alcançar uma completa sacarificação do amido, mas a cerveja final apresentou um maior grau real de fermentação (40,61%) e um menor extrato real (6,72%). No segundo teste da cerveja feita com malte de cevada, obteve-se um produto semelhante ao primeiro ensaio em relação ao aroma e sabor. Além disso, os resultados ao longo da fermentação foram aprimorados, alcançando um maior grau real de fermentação em apenas 15 dias, sem comprometer o sabor e a qualidade do produto final.

4.7 . Cervejas com Baixo Teor Alcoólico

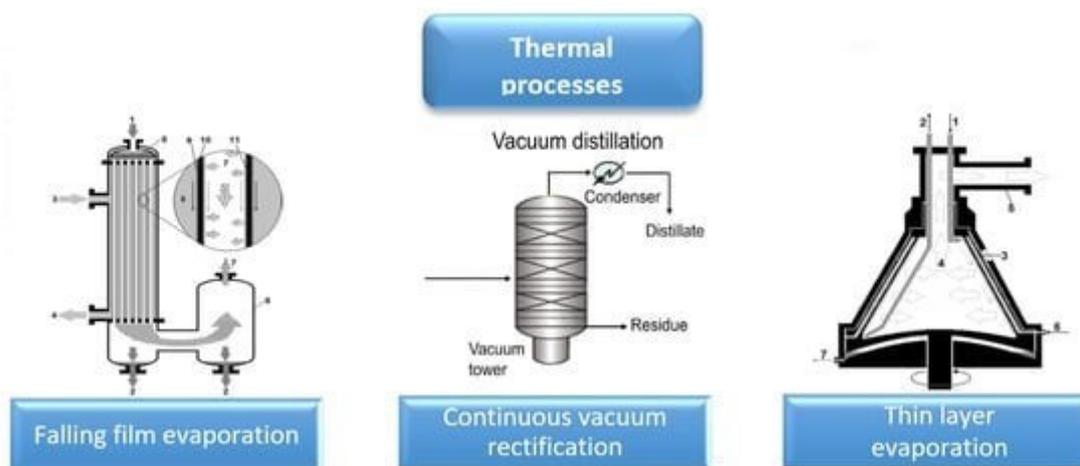
Salantã et al. (2020) discutem o crescente interesse em cervejas sem álcool (NAB), cervejas com baixo teor alcoólico (LAB) e cervejas artesanais, impulsionado por mudanças nos estilos de vida, legislação rigorosa, proibições religiosas e preferências dos consumidores. A cerveja convencional, a bebida alcoólica mais consumida no mundo, é reconhecida por sua funcionalidade potencial devido ao alto teor de antioxidantes fenólicos e baixo teor de etanol. Com a crescente preocupação com a saúde relacionada ao abuso de álcool, as cervejarias estão expandindo a variedade de cervejas convencionais. Os métodos para produzir NAB ou LAB evoluíram dinamicamente nas últimas décadas, impulsionados pela demanda do mercado e políticas restritivas de consumo de álcool na União Européia (EU). As tecnologias foram revisadas e avaliadas em termos de eficiência e custos de produção, com a possibilidade de os cervejeiros artesanais adaptá-las e introduzi-las em um nicho de mercado para um rápido retorno do investimento. Os processos de produção de cerveja NAB ou LAB podem ser divididos em processos físicos (baseados em tratamentos térmicos ou separações por membranas) e processos biológicos conforme descrito a seguir.

4.7.1 Técnicas para remoção completa ou parcial de álcool

4.7.1.1 Tratamentos Térmicos

Existem três principais técnicas (Figura33) de pós-fermentação utilizadas para remover total ou parcialmente o álcool (etanol) da cerveja: evaporação de filme descendente, retificação a vácuo e evaporação de camada fina. A evaporação de filme descendente consiste em pré-fervura da cerveja em condições de vácuo e seu fluxo descendente através de tubos de aquecimento, resultando em uma evaporação parcial. Os vapores ricos em álcool são separados do concentrado de cerveja desalcoholizada e condensados. A retificação a vácuo envolve etapas como pré-aquecimento da cerveja filtrada, degaseificação a vácuo para extrair compostos voláteis e CO₂, liberação de álcool na coluna de vácuo e recuperação dos componentes do aroma do CO₂. A evaporação de camada fina é um processo que utiliza um evaporador centrífugo em condições de vácuo, baixas temperaturas e pressão para espalhar a cerveja em uma camada fina. A cerveja concentrada e desalcoholizada é coletada e os vapores são transferidos para um condensador externo. Embora essas técnicas possam produzir cerveja sem álcool ou com baixo teor alcoólico, elas podem ter custos de energia elevados e requerer a instalação de equipamentos adicionais (SALANȚĂ et al., 2020).

Figura 32 - Representação gráfica dos processos térmicos utilizados para obtenção de cerveja sem álcool (NAB) e cerveja com baixo teor alcoólico (LAB), adaptação de Brányik, T.(2012).

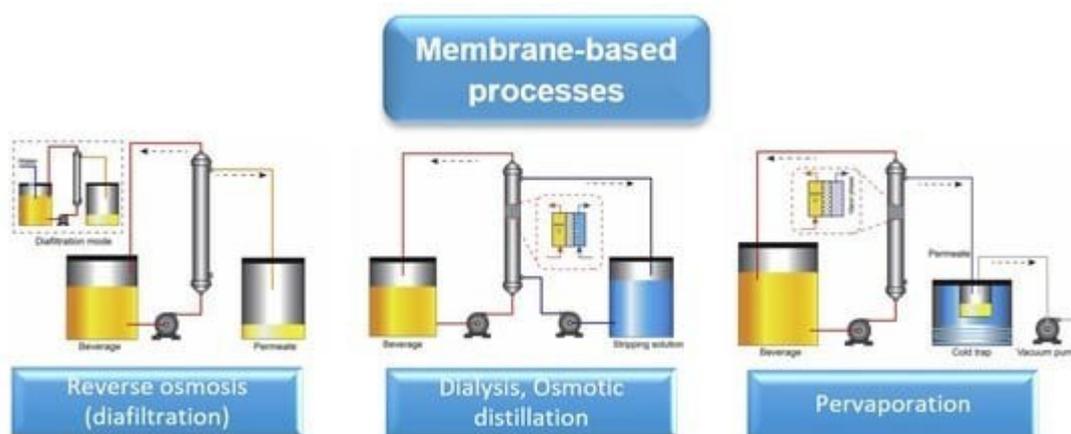


Fonte: SALANȚĂ, et al. ,2020

4.7.2 Processos de Separação por Membrana

Os processos (Figura 34) de separação por membrana, como a nanofiltração, osmose reversa, destilação osmótica, diálise e pervaporação, apresentam vantagens em relação a outros processos físicos de produção de bebidas alcoólicas não alcoólicas (NAB). Essas vantagens incluem temperatura de operação baixa, baixo consumo de energia e custos operacionais reduzidos. No entanto, esses processos requerem equipamentos adicionais. A osmose reversa permite aumentar a concentração de álcool na cerveja, mas também remove CO₂, exigindo que o produto final seja carbonatado. A diálise não requer etapa de concentração ou bombeamento de alta pressão, resultando em menores custos operacionais. A destilação osmótica é um método de desalcoolização da cerveja, mas requer investimento adicional em uma unidade de recuperação de compostos voláteis. A pervaporação utiliza membranas seletivas para separar o álcool em sua fase gasosa e também pode ser usada para extrair e concentrar compostos aromáticos voláteis da cerveja (SALANȚĂ, et al., 2020).

Figura 33 - Representação gráfica de processos baseados em membrana



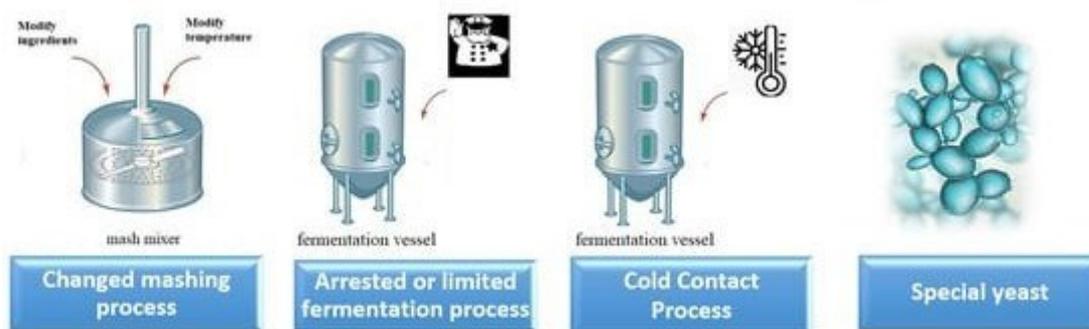
Fonte: SALANȚĂ, et al. ,2020

4.7.3 Processos Biológicos

Os métodos biológicos (Figura 35) de produção de NAB baseados na formação limitada de álcool podem ser divididos de acordo com o equipamento necessário. Alguns métodos utilizam equipamentos tradicionais de cervejaria, como alteração do processo de mosturação, fermentação interrompida ou limitada, contato a frio e leveduras especiais. Outros métodos requerem equipamentos especiais, como fermentação contínua limitada. As indústrias de grande escala tendem a explorar tecnologias que não exigem investimentos adicionais,

enquanto o processo contínuo de células imobilizadas é promissor, mas de nicho. Existem estratégias para limitar a formação de álcool durante a produção de cerveja, como alterar o processo de mosturação e utilizar fermentação interrompida ou limitada. O método de contato frio consiste em fermentar a cerveja em baixas temperaturas, reduzindo a produção de compostos indesejados. A utilização de leveduras especiais envolve selecionar cepas específicas ou realizar modificações genéticas. A fermentação contínua pode ser realizada imobilizando leveduras em um material carreador em um reator. Essas tecnologias podem trazer vantagens em termos de custos e produção, mas podem ser difíceis de aplicar em cervejarias artesanais (SALANȚĂ et al., 2020).

Figura 34 - Representação gráfica dos processos biológicos usados para obter NAB
(Compilação do processo de fabricação de cerveja da Encic. Britanica).



Fonte: (SALANȚĂ, et al. ,2020).

Moraes (2021) produziu uma cerveja Pale Ale de baixo teor alcoólico, controlando a temperatura durante a mosturação. As cervejas foram feitas em três temperaturas diferentes (70 °C, 75 °C e 80 °C), resultando em teores alcoólicos médios de 3,81%, 3,14% e 2,35%, respectivamente. As análises físico-químicas e sensoriais mostraram que é possível reduzir o teor alcoólico das cervejas artesanais pela metade aumentando a temperatura de mosturação, embora isso possa afetar a qualidade sensorial do produto.

Kronenberger (2017), fez levantamento literário de 37 artigos relacionados a cervejas não convencionais, analisando parâmetro físico-químico que apresentou variações significativas do teor alcóolico, As cervejas não convencionais apresentaram menor teor alcóolico em relação às cervejas controle. As não convencionais tinham recebidos adição de casca de guaraná (até 59% menor teor alcoólico em relação a cerveja de controle), chá verde (até 32% menor), café (até 32% menor), nozes (até 29% menor), arroz e graviola (até 25% menor), maçã (até

21% menor), espinheiro-alvar (de 11 a 15% menor), batata-doce (de 6 a 29% menor) e berinjela (até 1% menor). Análises sensoriais em 20 artigos indicaram maior aceitação das cervejas não convencionais em comparação às convencionais. A adição de ingredientes diferenciados aumentou o nível de compostos bioativos, potencialmente beneficiando a saúde dos consumidores moderados.

Cappelin (2023), desenvolveu uma cerveja artesanal de baixo teor alcoólico enriquecida com extrato de folhas de oliveira. A técnica de *cold mashing* associada à fermentação interrompida foi utilizada para obter a baixa graduação alcoólica. Diferentes concentrações do extrato foram adicionadas durante a maturação e as amostras foram caracterizadas quanto a parâmetros físico-químicos, conteúdo de compostos bioativos, potencial antioxidante e qualidade microbiológica. A adição do extrato aumentou o teor de fenólicos totais e polifenólicos, e foram detectados ácidos fenólicos como cumárico, ferúlico e cinâmico. A oleuropeína foi identificada como o principal composto tanto na cerveja como no extrato vegetal. A capacidade antioxidante das amostras aumentou com a adição de 2% de extrato. Os resultados sugerem que o extrato de folhas de oliveira poderia ser utilizado como um antioxidante natural em outras bebidas e alimentos.

Marconi, et al. (2018; 2009), compararam o teor de etanol e o perfil volátil de uma cerveja obtida utilizando a cepa de levedura *psicrofílica basidiomicética Mrakia gélida*, o *DBVPG 5952*, com aquele produzido por um starter comercial para cervejas com baixo teor alcoólico, *Saccharomicodes ludwigii WSL17*. Atualmente a redução do teor alcoólico seja alcançada por métodos físicos, uma abordagem biológica interessante pode ser o uso de leveduras *Saccharomyces* com baixa capacidade de fermentação. Ambas as cervejas apresentaram baixo teor alcoólico (1,40% e 1,32% v/v) e baixa produção de diacetil (5,04 e 5,20 µg/L). No entanto, a cerveja obtida com *M. gélida* possui características organolépticas mais apreciadas pelos provadores em comparação com os análogos produzidos com a cepa comercial *S. ludwigii*.

Salanță, et al.(2020), descreve que o aumento do interesse por cervejas sem álcool e cervejas com baixo teor de álcool e cervejas artesanais tem sido impulsionado por tendências emergentes de estilos de vida orientados para a saúde, mudanças demográficas, legislação mais rigorosa, proibições religiosas e preferências dos consumidores. Recentemente, a cerveja convencional, como a bebida alcoólica mais consumida no mundo, tem recebido mais reconhecimento devido a seu potencial funcionalidade associada ao alto teor de antioxidantes

fenólicos e baixo teor de etanol. Com a crescente preocupação dos consumidores em relação aos problemas de saúde causados pelo consumo excessivo de álcool, as cervejarias estão ampliando a variedade de cervejas convencionais através de novos conceitos de bebidas.

Silva (2016), os métodos utilizados para obtenção de NAB (cervejas sem álcool) ou LAB (cervejas com baixo teor de álcool) tiveram um desenvolvimento dinâmico nas últimas décadas, em conjunto com o aumento da procura no mercado, impulsionado por políticas restritivas de consumo de álcool na EU (União Europeia) e pela crescente consciencialização sobre os benefícios do consumo moderado de cerveja.

Salanță, et al. (2020) descreveram que até recentemente as técnicas de reduzir ou diminuir o álcool, fossem implementados principalmente em empresas multinacionais, exigindo investimentos significativos na produção e comercialização, a dinâmica atual do mercado permite a implementação desses métodos mesmo em pequena escala. Abaixo é descrito as tecnologias em termos de eficiência e custos de produção, relacionados à possibilidade de os cervejeiros artesanais adaptá-las, introduzi-las em um nicho de mercado e obter rapidamente o retorno do investimento.

4.8 Cervejas Escuras

Segundo Araujo (2005) existem diferentes estilos de cerveja escura, sendo alguns dos mais conhecidos são: a) Stout: essa cerveja é famosa pela sua coloração negra e pelo sabor torrado. O exemplo famoso é a Guinness; b) Porter: é um estilo similar ao Stout, porém possui um sabor mais suave e menos torrado; c) Dunkel: originária da Alemanha, essa cerveja é conhecida por sua cor âmbar escura e sabor maltado. A Dunkel é uma boa opção para quem gosta de cervejas mais leves e menos amargas; d) Bock: é um estilo de cerveja escura forte e encorpada. Possui um sabor maltado e adocicado. Existem diferentes variações de Bock, como a Doppelbock e a Eisbock; e) Schwarzbier: também conhecida como cerveja preta, é um estilo de cerveja escura com sabor mais leve e menos amargo que o Stout. Originária da Alemanha, é uma boa opção para quem procura uma cerveja escura mais refrescante e; f) Malzbier: Cerveja de coloração escura, originada na Alemanha, produzida pelo processo de baixa fermentação, característica pelo sabor adocicado pela adição de caramelo e sacarose.

Em relação à temperatura de torra do malte, é importante ressaltar que ela exerce influência direta na tonalidade da cerveja. Em linhas gerais, os maltes claros normalmente

passam por um processo de torra a 45 °C durante meia hora, seguido de um aquecimento a 85 °C ao longo de 24 horas. Esses maltes são comumente utilizados na fabricação de cervejas de tonalidade clara, com coloração igual ou inferior a 20 EBC (European Brewery Convention). A utilização de temperaturas inferiores a 100 °C durante a torra tem como objetivo preservar as enzimas presentes no malte, garantindo assim um melhor desempenho durante a conversão dos açúcares em fermentáveis. Em contrapartida, maltes mais escuros podem passar por torra em temperaturas superiores a 200 °C e são empregados na produção de cervejas com cores mais intensas. Contudo, esse processo de torra causa uma degradação significativa das enzimas do malte, por isso eles são utilizados em pequenas quantidades durante a produção da bebida (COELHO NETO et al., 2020).

Maizumi et al. (2022) desenvolveram cervejas escuras adoçadas com xarope de jabuticaba e açúcar + caramelo. Após a fermentação e adição dos adoçantes, as cervejas foram refermentadas em garrafas e pasteurizadas. Análises físico-químicas e sensoriais foram realizadas, mostrando diferenças apenas na cor e turbidez entre os tratamentos. Ambas as cervejas foram bem aceitas sensorialmente e apresentaram o mesmo valor energético. A cerveja adoçada com xarope de jabuticaba é comparável à cerveja adoçada com açúcar/caramelo em termos de parâmetros físico-químicos e tem potencial para comercialização. Ambas são opções ideais para consumidores tradicionais de Malzbier.

Ciocan, et al. (2020) analisaram o efeito de ingredientes não convencionais na produção de uma bebida semelhante à cerveja preta. Foram utilizadas farinha de bolota, farinha de topinambur e melaço como substitutos do malte marrom. Foram criadas quatro variantes da cerveja preta, na receita de fabricação o malte marrom foi substituído por farinha de bolota, farinha de topinambur e melaço com 50% de sacarose nas seguintes variantes: variante 1 - 0,5:1,5:1; variante 2 - 1:1:1; variante 3- 1:1,5:0,5; variante 4 - 1,25:1,25:0,5.cada uma com diferentes proporções dos ingredientes mencionados. A fermentação foi feita com levedura de baixa fermentação. Foram realizadas análises do teor de extrato, teor alcoólico, fermentação aparente, gás carbônico, altura e estabilidade da espuma, e acidez total das amostras de cervejas. Os resultados mostraram que todas as amostras atenderam aos limites estabelecidos para cervejas pretas. Na análise sensorial, a variante 4 foi a mais apreciada pelos provadores. As cervejas feitas com ingredientes não convencionais foram preferidas em relação às cervejas pretas comerciais tradicionais sem glúten. Além disso, as matérias-primas não convencionais proporcionaram resultados comparáveis às cervejas comerciais utilizadas como controle. A

variante 4 se destacou como a melhor em termos de fermentação e sabor, sendo uma boa opção para produção em escala industrial. Em resumo, a cerveja preta produzida com os ingredientes não convencionais apresentou boas características sensoriais, com sabor de café torrado, frutado e agridoce.

Flores et al. (2015), elaboraram diferentes formulações de cerveja escura à base de chocolate e caramelo de forma artesanal. Foram realizadas análises físico-químicas e avaliações sensoriais das amostras. Os maltes foram triturados e adicionados à água aquecida em diferentes temperaturas. Depois, o mosto foi transferido para outro recipiente e filtrado. Em seguida, o mosto foi fervido, adicionando gradualmente o chocolate, o caramelo e os lúpulos. Após a fervura, o mosto foi deixado em repouso para a decantação das proteínas e depois resfriado. A levedura foi adicionada e a fermentação ocorreu por sete dias. Após a fermentação, a bebida foi dividida em duas partes iguais, sendo uma delas pasteurizada (amostra A). As cervejas foram maturadas por 30 dias na garrafa sendo que foi adicionado na Amostra B mais 150 g de chocolate, na B 300g e na amostra C 450 g . O teste de aceitação sensorial mostrou que a formulação C foi a mais aceita, com índice de aceitabilidade de 88,89%. As cervejas com chocolate e caramelo também foram preferidas em relação à amostra comercial.

Noddekaer & Andersen (2007) investigaram a influência dos corantes na estabilidade do sabor de cervejas lager claras. Descobriram que a adição de melanoidinas e corante caramelo reduziu a evolução do Ácido Sulfídrico (H₂S) (indicador de danos causados pela luz) e a formação do composto 3-metil-2-buteno-1-tiol (MBT). No entanto, estudos recentes indicam que esses ingredientes podem contribuir para a instabilidade oxidativa das cervejas lager, acelerando a oxidação da cerveja catalisada por metais. Portanto, o uso de corantes pode ter efeitos contraditórios na qualidade da cerveja.

5. CONCLUSÕES

Em resumo, os estudos apresentados mostram que as matérias-primas alternativas podem ser utilizadas de diferentes maneiras na produção de cervejas, ampliando as opções disponíveis no mercado de cervejas artesanais. A adição de vegetais, especiarias e frutas resulta em características sensoriais únicas, oferecendo sabores, aromas e cores distintos. Além disso, as cervejas com adição de frutas podem oferecer propriedades funcionais devido à presença de

compostos antioxidantes. A produção de cervejas com menor teor alcoólico ou sem álcool é possível e atende às demandas dos consumidores por produtos mais saudáveis. No entanto, é importante levar em consideração a estabilidade microbiológica, a aceitação dos consumidores e a qualidade sensorial do produto. Além disso, os diferentes estilos de cerveja escura possuem características únicas, determinadas pelo processo de torra do malte, e a utilização de ingredientes não convencionais pode agregar valor às cervejas escuras. No entanto, é necessário ter precaução com o uso de corantes que possam afetar a estabilidade e oxidação da cerveja. No geral, as cervejas escuras têm sido bem aceitas pelos consumidores, indicando um mercado promissor para sua comercialização.

Diferente das cervejas convencionais, as artesanais não convencionais não estão presas a padrões pré-estabelecidos. Isso significa que é possível encontrar cervejas artesanais com sabores exóticos, como frutas tropicais, especiarias, ervas, café, entre outros ingredientes não convencionais.

Essa diversidade de sabores e aromas proporciona uma experiência sensorial única ao consumidor, despertando novas sensações e despertando o paladar para novas combinações.

No entanto, é importante ressaltar que as cervejas artesanais não convencionais podem não agradar a todos os paladares, pois os sabores e aromas intensos podem ser considerados diferentes ou até mesmo estranhos para algumas pessoas acostumadas apenas com as cervejas tradicionais.

Em suma, as cervejas artesanais não convencionais são uma opção interessante para os apreciadores de cervejas que buscam por novas experiências e sabores inovadores.

6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Juliano Márcio de. **Viticultura tropical: práticas culturais**. Brasília: ABE, 2003.

ALMEIDA, V. S. B.; ALMEIDA, E. S.; BANDEIRA, S. F. **Avaliação físico-química em cerveja artesanal elaborada com café**. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 6, p. e0712641805, 31 maio 2023.

ALMEIDA, R. D. C.; LIRA, R. L.; SARMENTO, S. **Uso de caldo de cana-de-açúcar na fermentação alcoólica para obtenção de cerveja**. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 7, n. 2, p. 45-49, 2017.

ALONSO, A. D. Opportunities and Challenges in the Development of Micro-Brewing and Beer Tourism: A Preliminary Study from Alabama. *Tourism Planning and Development*, v. 8, n. 4, p. 415–431, nov. 2011.

ANDRADE, M. R. et al. Manipulação das propriedades da água para a produção de cerveja. *Revista Brasileira de Engenharia de Alimentos*, v. 7, n. 2, p. 127-135, 2011.

AQUARONE, Eugênio; LIMA, Ubirajara P.; BORZANI, Walter. (1983). **Fermentação Alcoólica: Estudos Experimentais**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda.

ARAUJO, A. S. **Análise e tipificação de diferentes amostras de cervejas através de espectrometria de massas por ionização electrospray**. 2005. [s.n.], Campinas, SP, 2005.

ASSIS, Higo Moreira de; CAVALCANTI, Mônica Tejo; GONÇALVES, Mônica Correia; LIMA, Thamirys Lorraine Santos; QUEIROGA, Inês Maria Barbosa Nunes. Capítulo 08: **Cerveja Artesanal: Componentes e Processos Produtivos**. In: *Inovação, Gestão e Sustentabilidade na Agroindústria*. Recife: Editoria IIDV, 2021. p. 113-132. DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-19-5.113-132>

ASSIS, T. et al. **Desenvolvimento e avaliação sensorial de uma cerveja artesanal enriquecida com farinha de feijão preto devido às suas propriedades nutricionais**. *Journal of Food Science*, v. 81, n. 6, p. C1536-C1542, 2016.

ASSOBIRRA. **Regolamento di attuazione dello statuto**. 2016.

ASSUNÇÃO, R. F. R. **Desenvolvimento de uma cerveja sem glúten**. 2018. Universidade de Lisboa, 2018.

BAGGIO, P. V.; SOUZA, B. G. de; BERTUCI, G. **Produção de cerveja artesanal utilizando caldo de cana-de-açúcar como substituto do malte**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 1, p. 230-240, 2019.

BAMFORTH, C. **Beer: Tap Into the Art and Science of Brewing**. [s.l: s.n.]239 p.

BARRETO, F. A. L. et al. **Estudo do potencial de utilização de arroz vermelho no processo de produção de cervejas artesanais**. In: XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Búzios, RJ, 2019.

BASSO, R. F. **Avaliação das características fisiológicas de duas cepas de leveduras não convencionais para a produção de cervejas artesanais**. 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-04092019-104704/en.php11>. Acesso em: 25 abr. 2024.

BRANDÃO, E. H. **Produção e avaliação sensorial de cervejas de malte de cevada (*hordeum vulgare*) e malte de arroz branco (*oryza sativa*) utilizando feijão preto (*phaseolus vulgaris black turtle*) como adjunto**. Versão Original. Lorena, 2022.

BATISTA, E. L. de A. **Cerveja artesanal: uma revisão sobre o seu processo de produção e seu potencial antioxidante**. 2021. Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/32568>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

BELETI, ALESSANDRA D., et al.. **Influência do processo de malteação na obtenção de açúcares fermentáveis**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. v. 6, n. 2, p. 244-254, 2012.

BENITO, S.; RUIZ, J.; BELDA, I.; KIENE, F.; BEISERT, B.; NAVASCUÉS, E.; MARQUINA, D.; CALDERÓN, F.; SANTOS, A.; RAUHUT, D. **Application of Non-Saccharomyces Yeasts in Wine Production. Non-conventional Yeasts: from Basic Research to Application**, p. 75–89, 1 jan. 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-21110-3_3>. Acesso em: 23 abr. 2024.

BENITO, S. **Leveduras *Torulaspota* na produção de cerveja: uma revisão.** 2019. Disponível em: <https://academic.oup.com/femsyr/article/doi/10.1093/femsyr/foad006/699452121>. Acesso em: 25 abr. 2024.

MORAES, BERALDO DE, J. C.; FIGUEIRA, R.; PEREIRA SARTORI, M. M.; VENTURINI FILHO, W. G. **Cerveja Artesanal Com Teor Alcoólico Reduzido E Alta Concentração De Carboidratos.** Energia Na Agricultura, v. 36, n. 4, p. 492–503, 27 dez. 2021.

BICAS, J.L., PASTORE, G.M., & OLIVEIRA, J.G... **Utilization of waste from the orange juice industry: a new approach for orange peel oil.** Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(7), 1195-1201. .2008.

BOFFILL, RODRÍGUEZ, Y. **Emprego do malte de sorgo na produção de bebidas fermentadas sem glúten com baixo teor alcoólico.** 2019. USP, Lorena, 2019.

BORÉM, A. **Cultura do feijão.** Viçosa: Editora UFV, 2006.

BOTELHO, R. B. et al. **Estudo da hidratação de alimentos desidratados de leguminosas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, n. 1, p. 47-52, 2007.

BOZA, J.C. **Microbiologia Industrial: Alimentos e Bebidas.** Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2000.

BRASIL. **Portaria nº 85, de 6 de março de 2002.** Apresenta o regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do feijão. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 36, de 5 de dezembro de 2002.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 dez. 2002. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 18 de abril de 2024

BRASIL. **Decreto nº 6871, de 4 de junho de 2009 - Regulamenta a Lei no 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.** 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm. Acesso em: 16 fev. 2024.

BRASIL, V. C. B.; EVARISTO, R. B. W.; GUIMARÃES, B. P.; GHESTI, G. F. **Estudo Prospectivo e Tecnológico do Trigo Sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) com Ênfase na produção de Cerveja**. Cadernos de Prospecção, v. 12, n. 5, p. 1541, 30 dez. 2019.

BRADDEE, K. W. **The impact of adjuncts on beer quality**. Journal of the Institute of Brewing, 83(3), 154-157. (1977).

CALGARO, M.; SOUSA, R. S.; LIMA, M. V.; SOUZA, P. C.; ROCHA, C. A. B.; LIMA, L. C. de; SANTOS, C. S. F.; BITTENCOURT, M. A. V. **Acerola: potencial para a produção de sucos e polpas**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, v. 9, p. 50-57, 2012.

CAPECE, A.; ROMANIELLO, R.; SIESTO, G.; ROMANO, P. **Conventional and Non-Conventional Yeasts in Beer Production**. Fermentation, v. 4, n. 2, p. 38, 1 jun. 2018. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2311-5637/4/2/38>>.

CAPPELIN, E. **Cerveja light de baixo teor alcoólico enriquecida com extrato de folhas de oliveira: técnica de cold mashing associada à fermentação interrompida**. 2023. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2023.

CARDOSO, Igor de Oliveira. **Averiguação da utilização da folha de louro (*Laurus nobilis*) na produção de cerveja pilsen puro malte**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Bioquímica) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.

CARVALHO, A. D. F. de; AMARO, G. B.; LOPES, J. F.; VILELA, N. J.; MICHEREFF FILHO, M.; ANDRADE, R. **A cultura do pepino**. 2016. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/956387>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

CARVALHO, G. B. M.; SILVA, D. P.; BENTO, C. V.; VICENTE, A. A.; TEIXEIRA, J. A.; FELIPE, M. das G. A.; ALMEIDA E SILVA, J. B. **Banana as Adjunct in Beer Production: Applicability and Performance of Fermentative Parameters**. Applied Biochemistry and Biotechnology, v. 155, n. 1–3, p. 53–62, 17 maio 2009. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s12010-008-8458-y>>.

CASTRO, C. et al. **"Utilização da casca de laranja na produção de cerveja artesanal"** Revista Brasileira de Engenharia de Alimentos, vol. 17, no. 4, 2018.

CASTRO, T. L. A. de; SANTOS, M. do S. M.; CARDOSO, C. A. L. **Produção de cerveja artesanal com pimenta dedo-de-moça comercial**. Revista Fitos, v. 15, n. Supl 1, p. 73–78, 31 jan. 2022.

CIOCAN, Marius et al. **Efeito de alguns ingredientes não convencionais na produção de cerveja preta**. Jornal Alimentar Ucrainiano, v. 9, n. 2, p. 322-331. Universidade Stefan cel Mare de Suceava, Suceava, Romênia.2020.

CRUZ, F.. **Resfriamento do mosto: Como realizar cuidados a adotar em uma cervejaria**. guiadacervejabr.com/resfriamento-mosto-como-realizar-cuidados-a-cervejaria-smart-chiller/2022. Acesso em 29 de mai 2024.

ELSON JR, L. **Artigo: “Com a cara do Outono: 5 cervejas feitas com legumes e verduras”**. Disponível em: <<https://cervejar.com/outono-5-cervejas-feitas-com-legumes-e-verduras/>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

CEPPI, M.. **Utilização de Arroz como Adjunto na Elaboração de Cerveja**. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. 2010.

CICOTTI, A., et al... **Utilização de cepas microbianas na produção de cerveja com malte à base de arroz**. Revista Brasileira de Ciências Cervejeiras, 3(1), 34-41. (2015)

CHAVES, A., & JULIÃO, M. (2017). **Efeito de diferentes tipos de malte de arroz na qualidade da cerveja**. Revista de Tecnologia de Alimentos, 20(1), 112-119.

CHAVES, J., & JULIÃO, F.. **Avaliação da produção de cerveja com alto teor de arroz utilizando maltes de arroz cru e pré-cozido**. Revista de Engenharia de Alimentos, 10(2), 56-63. (2019)

CHAVES, A., & JULIÃO, C. **Otimização do processo de malteação para a produção de cerveja com alto teor de arroz**. Revista Brasileira de Cerveja, 17(3), 212-222. (2018).

COENDERS, D. **.Cultivo de feijão**. Edição EMBRAPA. (1996).

CROONENBERGHS, A. P.; BONGAERTS, D.; BOUCHEZ, A.; DE ROOS, J.; DE VUYST, L. **Fruit beers, beers with or without a co-fermentation step with fruits**. Current Opinion in Biotechnology, v. 86, p. 103081, abr. 2024.

COSTA, M. C., et al. **Influência da adição de feijão preto nas características físico-químicas e sensoriais de cerveja produzida em colaboração.** *Journal of Food Composition and Analysis*, 2017, 59, 67-73.

DA, C.; OLIVEIRA, S.; DE BRITO, A.; SOUSA, M. **Incorporação de polpa de frutas na produção de cerveja artesanal do tipo Blonde Ale.** *Perquirere*, v. 2, n. 18, p. 218–242, 22 dez. 2021. Disponível em: <<https://revistas.unipam.edu.br/index.php/perquirere/article/view/2656>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

MARCONI, Ombreta et al. ***Mrakia gelida* no processo de fabricação de cerveja: uma produção inovadora de cerveja com baixo teor alcoólico usando uma cepa de levedura psicrófila.** *Food Microbiology*, v. 76, p. 354-362, dez. 2018. DOI: 10.1016/j.fm.2018.06.018.

DE MEO, B.; FREEMAN, et al. **Comportamento de Cereais Maltados e Pseudo Cereais para Produção de Cerveja Sem Glúten.** *Journal of the Institute of Brewing*, v. 117, n. 4, p. 541-546, 2011.

DOBÓN-SUÁREZ, A.; GIMÉNEZ, M. J.; GUTIÉRREZ-POZO, M.; ZAPATA, P. J. **Development of new craft beer enriched with a by-product of orange.** *Acta Horticulturae*, n. 1387, p. 107–112, fev. 2024.

DRAGONE, G.; et al. Yeast diversity in the production of traditional Sardinian beers. *Annals of Microbiology*, v. 60, p. 1-7, 2010.

DREDGE, M. **Craft beer world.** [s.l.] Spruce, 2014.

DUARTE, L. G. R. **Avaliação do emprego do café torrado como aromatizante na produção de cervejas.** 2015. Universidade de São Paulo, Lorena, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97132/tde-08102015-163959/>>.

DUTRA, M. J. M.; LIMA, E. H. de F.; DOS SANTOS, W. G.; DE CASTRO, D. A. R. **Produção de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*Zingiber officinale*).** *Brazilian Journal of Development*, v. 9, n. 1, p. 2340–2361, 11 jan. 2023. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/56226>>.

EMBRAPA. **Erva 20: sistema de produção para erva-mate.** - Portal EMBRAPA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1106677/erva-20-sistema-de-producao-para-erva-mate>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de produção de banana. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/537108/sistema-de-producao-de-banana>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

FARIA, A. W. **Influência das diferentes estirpes da *Saccharomyces cerevisiae* na fermentação da cerveja.** 2021. Uniceplac, Gama, 2021.

FERREIRA, R. L. F., SOUZA, V. M. G., DIAS, V. M., & GUEDES, P. T... **Viabilidade técnica e econômica da produção de cerveja artesanal utilizando caldo de cana-de-açúcar como fonte de açúcares fermentáveis.** 2015.

FERNANDES, E. F. **O caldo de cana no agronegócio nacional.** São Paulo: [s.n.], 2019.

FERNANDES, L. M. **Viabilidade de produção e caracterização de cerveja artesanal com acerola (*Malpighia emarginata* DC).** 2017. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/12186>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

FLORES, Aline Brentano; GRÄFF, Amanda; CORNELIUS, Elizandra; SOUZA, Cláudia Fernanda Volken de. **Perfil Sensorial e avaliações Físico-Químicas de Cerveja Artesanal de Chocolate e Caramelo.** Revista Destaques Acadêmicos, v. 7, n. 4, 2015. Cetec/Univates.

FREITAS, R. O.; ALVES, I. A.; SOUZA, E. S.; SILVA, M. A.; CARVALHO, A. G. **Desenvolvimento de uma cerveja artesanal com acerola e abacaxi.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 9, n. 1, p. 1023-1034, 2015.

FURTADO, A., SILVA, J., PEREIRA, M., & SANTOS, R. **Análise da produção de cerveja adicionando suco de laranja e influência na fermentação e características sensoriais.** Revista de Ciências da Cerveja, 5(2), 85-92. (2016).

GIOVANI, A.V. **Cultivo de cenoura no Brasil.** Brasília: EMBRAPA Hortaliças.2012.

GODOY, R. C. B. de. **Arroz preto: características e processamento.** Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentação, v. 1, n. 2, p. 69-87, 2011.

GONÇALVES, R.P. et al. **A bananeira (*Musa spp.*) e suas múltiplas aplicações.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 29, p. 71-80, 1994.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. **Abacaxi: produção, mercado e subprodutos** . Biblioteca Digital de Periódicos da UFPR, v. 22, n. 2, p. 405–422, 2004.

GUMIENNA, J. **Alternatives to barley and wheat for gluten-free beer production: a review.** Journal of Brewing and Distilling, v. 42, n. 1, p. 78-95, 2020.

HACKER, E.; JPN-LOOI, M.; BINTARI, R. **Exploring Banana Beers: Innovative Approaches to Fermenting with Tropical Fruits.** Journal of Experimental Fermentation, v. 22, n. 2, p. 150-165, 2018.

HERNALSTEENS, C.; LAZZI, G. **Banana *Melilotus Officinalis*: An Uncommon Fermentable for Correcting a Historic Beer Style.** Brewing Science, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2019.

HIERONYMUS, S. **For The Love of Hops: The Practical Guide to Aroma, Bitterness and the Culture of Hops (Brewing Elements).** [s.l.] Brewers Publications, 2012. 1–321 p.

HIRAGA, R., et al. **Elaboração de uma cerveja artesanal utilizando feijão preto como ingrediente principal.** Revista de Ciências Cervejeiras, 5(2), 89-96. (2018).

HORINCAR, G.; ENACHI, E.; BOLEA, C.; RÂPEANU, G.; APRODU, I. **Value-Added Lager Beer Enriched with Eggplant (*Solanum melongena L.*) Peel Extract.** Molecules, v. 25, n. 3, p. 731, 7 fev. 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1420-3049/25/3/731>>.

HÜBNER, D. S. **Produção de cerveja estilo Catharina Sour com polpa de pitaia (*Hylocereus polyrhizus*) e gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*).** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

IAC. **Primeira cultivar de arroz preto para o estado de São Paulo.** Disponível em: <<https://www.iac.sp.gov.br/cultivares/inicio/Folders/Arroz/IAC600.htm>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

IAC - INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Pesquisas agropecuárias: arroz.** Campinas: IAC, 2004.

IMAIZUMI, V. M. **Jaboticaba Fruit Beer: Physicochemical And Sensory Evaluation**. Revista Tecnológica, v. 30, n. 1, p. 1–8, 2 mar. 2022. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/view/57643>>.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. **J. Sistema de Classificação de Plantas: uma abordagem filogenética**. Sunderland, MA: Sinauer, 1999. **R, Luiz Carlos**. Com a cara do Outono: 5 cervejas feitas com legumes e verduras. Disponível em: <https://cervejar.com/outono-5-cervejas-feitas-com-legumes-e-verduras/>. Acesso em: 25 abr. 2024.

KRONENBERGER, G.; CUNHA, A. L. M. C.; NOGUEIRA, L. C.; AZEREDE, D. R. P.; RAICES, R. S. L. **Cervejas Especiais: Um Levantamento Bibliográfico Sobre Alterções Físico-Químicas, Presença De Compostos Bioativos e Grau de Acetação do Produto**. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, v. 12, n. 2, p. 55–80, 2017.

KLUGER, V.. **Enzimas e Cerveja: Quais são as enzimas envolvidas na fabricação de cerveja e seus ranges de temperatura?**. <https://emporiodolupulo.com.br/> 20 de mar 2023.

LANA, M. M.; SANTOS, F. F. dos; MATOS, M. J. L. F.; TAVARES, S. A MELO, M. F. de. **Hortaliça como comprar, conservar e consumir: alcachofra**. . 3 ed. Rev. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2020. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216744/1/CCCC-06-Alcachofra>: acesso 25/04/2024.

LANA, M.Â.; et al. **Caracterização físico-química, sensorial e nutricional de diferentes tipos comerciais de beterraba (Beta vulgaris L.)**. Revista Comunicata Scientiae, v. 11, n. 1, p. 79-87, 2020.

LAPUERTA, M. et al. **Energy content of animal and vegetable fats as determined by bomb calorimetry and calculation of thermodynamic combustion properties**. Fuel, v. 87, n. 15, p. 3151-3158, 2008.

LAHM, V. S. **Produção de cerveja do tipo pilsen com adição de capim-cidreira (Cymbopogon citratus)**. 2023. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2023. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/33493>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

LEWIS, M.; YOUNG, T. W. **Brewing**. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2002. 398 p.

LIMA, L. G. A. C.; [HTTP://LATTES.CNPQ.BR/2060516411002077](http://LATTES.CNPQ.BR/2060516411002077). **Avaliação da composição biotiva e aromática de cerveja artesanal elaborada com adição de casca de beterraba (Beta vulgaris)**. 2022. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/26037>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

LOPES, P. F. N. **Produção artesanal da cerveja premium lager com adição da polpa de abacaxi**. 2021. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/37191>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

LOVATTI, S. DE S., GRIFFO, S. V., & PAES, M. F. (2019). **Saccharomyces pastorianus: a levedura híbrida que deu origem às cervejas lagers**. *Genética Na Escola*, 14(2), 116–123. <https://doi.org/10.55838/1980-3540.ge.2019.325>

COELHO NETO, M. D.; FERREIRA, L. P.; SAD, M. S.; BORGES, W. S.; CASTRO, V. R.; FILGUEIRAS, P. R.; LACERDA JR, V. **Chemical Concepts Involved in Beer Production: A Review**. *Revista Virtual de Química*, v. 12, n. 1, p. 120–147, 2020. Disponível em: http://rvq.sbq.org.br/audiencia_pdf.asp?aid2=1157&nomeArquivo=v12n1a11.pdf.

MARTIN, A., & RUBERT, J. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 11(3), 293-304. (2017).

MESSIAS JR. **Produção artesanal de cerveja do tipo Pilsen com gengibre: avaliação de variáveis físico-químicas**. 2023.

MORAES, F. da S. et al. **Composição química e atividade antioxidante do fruto da graviola**. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v. 16, n. 1, 2018.

MANZOLLI, E. S. **Produção de cerveja utilizando laranja como adjunto de malte**. 2017. Universidade de São Paulo, Lorena, 2017. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97132/tde-06022017-101256/>>

MAPA. **Anuário da Cerveja 2022**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2022/view>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

MATRAXIA, M.; ALFONZO, A.; PRESTIANNI, R.; FRANCESCA, N.; GAGLIO, R.; TODARO, A.; ALFEO, V.; PERRETTI, G.; COLUMBA, P.; SETTANNI, L.; MOSCHETTI, G. **Non-conventional yeasts from fermented honey by-products: Focus on *Hanseniaspora uvarum* strains for craft beer production**. *Food Microbiology*, v. 99, p. 103806, out. 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S074000202100071X>>.

MEDEIROS, M. C. M. de. **Avaliação de diferentes proporções de suco na elaboração de uma fruit beer de uva**. 2023. UERGS, Porto Alegre, 2023.

MELO BARBOSA, L. **A Produção De Cerveja Ao Longo Da História**. 2018. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Barretos, 2018.

MEO, B.; FREEMAN, G.; MARCONI, O.; BOOER, C.; PERRETTI, G.; FANTOZZI, P. **Behaviour of Malted Cereals and Pseudo-Cereals for Gluten-Free Beer Production**. *Journal of the Institute of Brewing*, v. 117, n. 4, p. 541–546, 2011. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/j.2050-0416.2011.tb00502.x>>.

MONTANARI, L.; MARCONI, O.; MAYER, H.; FANTOZZI, P. Production of Alcohol-Free Beer. *In: Beer in Health and Disease Prevention*. [s.l.] Elsevier, 2009. p. 61–75.

NANDY, S.; S. **Leveduras não convencionais: uma revisão sobre o metabolismo e a aplicação na indústria**. *Microbiological Research*, v.207, 2018. Disponível em:

NEVES, Edinelson José Maciel; SANTOS, Alisson Moura; GOMES, João Bosco Vasconcellos; RUAS, Fabiana Gomes; VENTURA, José Aires. **Cultivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius Raddi*) para produção de pimenta-rosa**. Colombo: EMBRAPA Florestas,. (Documentos, 294). 2016.

NETO, A., & SILVA, B. . **Uso de arroz não inoculado na produção de cervejas ácidas.** Revista Brasileira de Cerveja, 30(3), 310-316. .2017.

NODDEKAER, M. S.; ANDERSEN, M. L. **The effect of caramel color on the stability of beer.** Journal of the Institute of Brewing, v. 113, n. 3, p. 247-252, 2007.

NYHAN, et al. **Co-fermentação de leveduras não Saccharomyces com Lactiplantibacillus plantarum FST 1.7 para a produção de cerveja não alcoólica.** 2023. Disponível em: <https://europepmc.org/article/MED/36466321210>. Acesso em: 25 abr. 2024.

NØDDEKÆR, T. V.; ANDERSEN, M. L. Effects of Maillard and Caramelization Products on Oxidative Reactions in Lager Beer. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, v. 65, n. 1, p. 15–20, jan. 2007. Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1094/ASBCJ-2007-0112-02>>.

OLIVEIRA, M. de A. **Produção de cerveja de baixo teor alcóolico utilizando leveduras imobilizadas em biopolímero.** 2011. UNIT, Aracajú, 2011.

OLIVEIRA, MD et al. **Erva-mate (Ilex paraguariensis Saint Hilaire) como substituto parcial do lúpulo amargor na fabricação de cerveja artesanal.** REBRAPA - Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos, v. 8, nº 4, p. 1-12, 2017.

OLIVER, G. **The Oxford companion to beer.** [s.l.] Oxford University Press, 2012.

ORNELLAS, L. C. S. A. **Leguminosas: uma abordagem sobre classificação, composição química e propriedades funcionais.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, vol. 9, n. 1, p. 105-110, 2007.

PACCOLA, Renata. **SO\$.** Lençóis Paulista, SP: Ed. do Autor. Escritores brasileiros - Biografia.2022. ISBN 978-65-00-37764-4. CDD-928.6.

PALMER, J. J. **How to Brew: Everything You Need To Know To Brew Beer Right The First Time.** [s.l.] Brewers Publications, 2006.

PARK, Y. J. et al. **Melhoria da qualidade sensorial e composição volátil da cerveja de arroz usando cepas de Saccharomyces cerevisiae.** Ciência e Biotecnologia Alimentar, 26(2), 425-431. 2017.

PIMENTA, L. B.; RODRIGUES, J. K. L. A.; SENA, M. D. D.; CORRÊA, A. L. A.; PEREIRA, R. L. G. **A história e o processo da produção da cerveja: uma revisão**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 37, n. 3, p. 26715, 25 nov. 2020. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/26715>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

PINTO, L. I. F.; ZAMBELLI, R. A.; SANTOS JUNIOR, E. C.; PONTES, D. F. **Desenvolvimento de Cerveja Artesanal com Acerola (*Malpighia emarginata* DC) e Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill)**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 3, p. 67, 30 dez. 2015. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3416>>.

RAVINDRAN, P. N.; BABU, K. N. **Ginger: The Genus Zingiber**. 1ª edição. Boca Raton: CRC Press, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1201/978142002336716>. Acesso em: 25 abr. 2024.

REBELLO, L. **Água: uma questão de saúde**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2009.

RODRIGUEZ, E. et al. **Effects of the Utilization of Bean Flour in the Chemical Composition, Physical Characteristics and Sensory Attributes of Beer**. Journal of Food Science and Technology, 55(7), 2795-2803. 2018.

ROSA, A. M. E. B. **Produção e avaliação de cerveja com baixo teor alcoólico utilizando banana como adjunto do malte**. Tese (Doutorado em Ciências - Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Industrial na Área de Microbiologia Aplicada) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, 2018.

RUSSELL, I. (2006). **Análises de DNA em leveduras utilizadas na produção de cerveja**. Revista Científica de Cerveja, 15(2), 78-82.

SALANȚĂ, L. C.; COLDEA, T. E.; IGNAT, M. V.; POP, C. R.; TOFANĂ, M.; MUDURA, E.; BORȘA, A.; PASQUALONE, A.; ZHAO, H. **Non-Alcoholic and Craft Beer Production and Challenges**. Processes, v. 8, n. 11, p. 1382, 30 out. 2020.

SÁNCHEZ-BRAVO, P. **Desenvolvimento de uma cerveja à base de brócolis que fornece uma quantidade significativa de sulforafano dietético (SFN)**. Food Bioscience, v.51, 2023. Disponível

em: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/335909/1/Sanchez2023FoodBio.pdf>¹. Acesso em: 25 abr. 2024.

SANTA, et al. **Produção de cerveja com adição de alcachofra**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.53:9, e20220194, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/KLvXwC3NFNNwKGbfDLYSJyH/?format=pdf>¹. Acesso em: 25 abr. 2024.

SANTANNA, I. M. C.; MATOS NETO, J. D.; FIGUEIREDO, R. W.; CARVALHO, J. D. G.; FIGUEIREDO, E. A. T.; MENEZES, N. V. S.; GABAN, S. V. F. **Caracterização físico-química, atividade antioxidante e análise sensorial de cervejas produzidas com pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale*) e casca de laranja (*Citrus sinensis*)**. *Food Science and Technology (Campinas)*, Campinas, v. 40, n. 2, p. 435-442, 2019.

SANTOS, H. T. et al. **Avaliação físico-química de arroz preto e da qualidade do óleo extraído**. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 61, n. 5, p. 1059-1064, 2009.

SANTOS, C. D. de O. S. **Avaliação do emprego do arroz preto (*Oryza sativa* L.) submetido a hidrólise enzimática como adjunto na fabricação de cerveja**. 2011. USP, Lorena, 2011.

SANTOS, E. A. dos. **Pitaya's advances in Paraná**. In: III Simpósio Brasileiro e I Encontro Latino-Americano das Pitayas, 6-8 mar. 2024, Criciúma, Santa Catarina. Agricultural Engineering- IDR- PR, 2024.

SCHÖNBERGER, C.; KOSTELECKY, T. **125th Anniversary Review: The Role of Hops in Brewing**. *J. Inst. Brew*, v. 117, n. 3, p. 259–267, 2011.

SCHWARZ, M. *Beer: A Genuine Collection of Cervezas*. Porto Alegre: Arte & Ciência, 2015.

SCHORK, M. de O. **Elaboração de cerveja artesanal tipo ale com malte de milho e farinha de arroz**. 2015. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/6563>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

SEMENIUC, C. A.; POP, C. R.; ROTAR, A. M. **Antibacterial activity and interactions of plant essential oil combinations against Gram-positive and Gram-negative bacteria.** *Journal of Food and Drug Analysis*, v. 25, n. 2, p. 403–408, abr. 2017. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1021949816300801>>.

SINDICERY. **Brasil é o terceiro maior produtor mundial de cerveja.** Disponível em: <<https://sindicery.com.br/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-mundial-de-cerveja/>>.
Acesso em: 12 de outubro de 2023.

SILVA, A. P.; JAGER, G.; VAN BOMMEL, R.; VAN ZYL, H.; VOSS, H.-P.; HOGG, T.; PINTADO, M.; DE GRAAF, C. **Functional or emotional? How Dutch and Portuguese conceptualise beer, wine and non-alcoholic beer consumption.** *Food Quality and Preference*, v. 49, p. 54–65, abr. 2016.

SILVA, M. J. S. DA. **Produção de cerveja artesanal tipo Weiss adicionada de manga cv. espada.** 2020. Brasil, Campina Grande, 2020.

STEWART, G. G.; PRIEST, F. G. **Handbook of Brewing.** Boca Raton: CRC Press, 2006. pg.872.

TAFULO, G. et al. **Manual do Cervejeiro Caseiro.** São Paulo: Editora Cervejas do Mundo, 2010.

TAYLOR, J. A **laranja: uma fruta cítrica amplamente cultivada e seus principais tipos.** *Revista de Fruticultura*, v. 2, n. 27, 2005.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnologia - Volume 1.** [s.l.] Blucher, 2016. v. 11 p.

VENTURINI, W. G. **Tecnologia de cerveja. 2000.** Disponível em: <<https://livraria.funep.org.br/product/tecnologia-da-cerveja/>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

VERZELE, M.; Institute Brew, 1886, 92, 32, SciELO - Brasil - QUÍMICA DO LÚPULO , acesso: 23 de mai. 2024.

VIEIRA, A. C. G.; JONG, G. A.; PEREIRA, A. da S.; FONTES-SANT'ANA, G. C.; TONON, R. V.; ROCHA-LEÃO, M. H. M.; AMARAL, P. F. F. **Encapsulation of Wine Industry By-**

product by Ionotropic Gelling for a Wheat Beer. Chemical Engineering Transactions, v. 75, p. 601–606, 15 jun. 2019. 2024.

VIEIRA, Daniela Dominguez; TRINDADE, Letícia Costa Amorim da; NUNES, Stephane Lima Dias. **Desenvolvimento e caracterização de cerveja artesanal estilo Ale Blond com adição de pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius Raddi*).** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, 2016.

WOODS, L.; VERSTREPEN, K. **Bananas in Beer: An Exploration of the Use of Bananas as a Brewing Ingredient.** Fermentation Studies, v. 10, n. 3, p. 75-92, 2017

YAMAMOTO, H. et al. **Viability of producing beer using cowpea as main ingredient.** Journal of Food Science, v. 83, n. 6, p. 1523-1529, 2018.