

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Química - Campus de Araraquara

Anaíle dos Mares Biazotto

Uso de adjuntos não-convencionais na produção de cerveja

Araraquara
2024

Anaíle dos Mares Biazotto

Uso de adjuntos não-convencionais na produção de cerveja

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Especialista em Tecnologia Cervejeira.

Orientador(a): Prof. Dr. Elias de Souza
Monteiro Filho

Araraquara

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

B579u	Biazotto, Anaíle dos Mares Uso de adjuntos não convencionais na produção de cerveja / Anaíle dos Mares Biazotto. - Araraquara: [s.n], 2024 32 f. : il. Trabalho de conclusão de curso (Lato Sensu - Tecnologia Cervejeira) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Química Orientador: Elias de Souza Monteiro Filho 1. Cerveja. 2. Cerveja sabor e aroma. 3. Frutas. 4. Especiarias. 5. Matérias-primas. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Bibliotecado
Instituto de Química, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

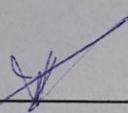
Anaíle dos Mares Biazotto

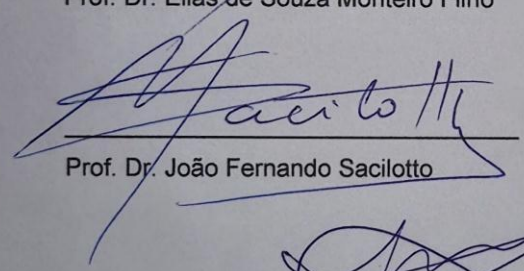
Uso de adjuntos não convencionais na produção de cerveja.

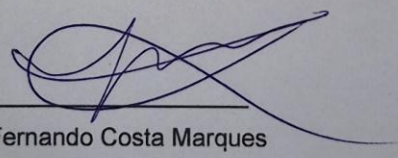
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Estadual
Paulista "Júlio de Mesquita Filho" como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Especialista em Tecnologia
Cervejeira.

Araraquara, 19 de abril de 2024

Banca examinadora



Prof. Dr. Elias de Souza Monteiro Filho

Prof. Dr. João Fernando Sacilotto

Prof. Dr. Rodrigo Fernando Costa Marques

RESUMO

A cerveja é uma bebida carbonatada, produzida a partir de malte de cevada, lúpulo, levedura e água de boa qualidade. Adjuntos cervejeiros podem ser definidos como os ingredientes que são adicionados à cerveja com finalidades específicas. Sua utilização pode ser por razões econômicas, uma vez que reduzem o custo na produção do extrato ou contribuir com a qualidade físico-química e sensorial da cerveja produzida. De acordo com a legislação brasileira, parte do malte de cevada pode ser substituído por adjuntos cervejeiros, cuja quantidade não pode ultrapassar a 45% em relação ao peso total do mosto. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo realizar um levantamento da literatura científica sobre o uso de adjuntos não convencionais na produção de cerveja, abordando aspectos durante as etapas de produção. Além dos adjuntos já conhecidos, como o arroz, milho e trigo, que substituem o grão de cevada, há aqueles adjuntos não convencionais, como ervas, flores, frutas e especiarias, que podem ser utilizadas em diversas etapas do processo produtivo, agregando sabores e aromas específicos, fornecendo características sensoriais ou nutricionais desejáveis, determinado pelo uso de matérias-primas e pelo tipo de processo.

Palavras-chave: cerveja; cerveja sabor e aroma; frutas; especiarias; matérias-primas.

ABSTRACT

Beer is a carbonated drink, produced from barley malt, hops, yeast and good quality water. Brewing adjuncts can be defined as ingredients that are added to beer for specific purposes. Their use can be for economic reasons, as they reduce the cost of extract production or contribute to the physical-chemical and sensorial quality of the beer produced. According to Brazilian legislation, part of the barley malt can be replaced by brewing adjuncts, the quantity of which cannot exceed 45% of the total weight of the wort. In this context, this work aims to survey the scientific literature on the use of unconventional adjuncts in beer production, addressing aspects during the production stages. In addition to the already known adjuncts, such as rice, corn and wheat, which replace barley grain, there are unconventional adjuncts, such as herbs, flowers, fruits and spices, which can be used in different stages of the production process, adding flavors and specific aromas, providing desirable sensorial or nutritional characteristics, determined by the use of raw materials and the type of process.

Keywords: beer; beer flavor; fruits; spice; raw material.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT.....	7
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS	9
3 METODOLOGIA	10
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
4.2.1 Água	12
4.2.2 Malte	13
4.2.3 Lúpulo	13
4.2.4 Leveduras	14
4.2.5 Outros ingredientes	15
4.3 ETAPAS DO PROCESSO.....	16
4.3.1 Maltagem	16
4.3.2 Moagem	17
4.3.3 Mosturação	18
4.3.4 Filtração.....	18
4.3.5 Fervura	19
4.3.6 Resfriamento	19
4.3.7 Fermentação	20
4.3.8 Maturação	20
4.3.9 Clarificação	21
4.3.10 Pasteurização	21
4.3.11 Envase	22
4.4 LEGISLAÇÃO	23
4.5 ADJUNTOS.....	24
4.5.1 Adjuntos convencionais	24
4.5.2 Adjuntos não-convencionais	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
6 REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

A cerveja é constituída basicamente por água, malte de cevada, lúpulo e leveduras e é amplamente consumida e apreciada, sendo difundida em diversos países. Essa bebida é produzida a partir da fermentação dos açúcares presentes no mosto, solução obtida da mistura da água com o malte e o lúpulo, por ação de leveduras, resultando em álcool e CO₂ (OLIVEIRA et al., 2015).

De acordo com a legislação brasileira, parte do malte da cevada pode ser substituído por adjuntos cervejeiros, como a cevada cervejeira e demais cereais aptos para o consumo humano, malteados ou não-malteados, bem como os amidos e açúcares de origem vegetal (BRASIL, 2019).

As cervejas mais comercializadas no Brasil utilizam adjuntos em sua composição, devido ao custo de produção ser reduzido e a possibilidade da utilização de matéria-prima nacional, já que a maior parte do malte utilizado no país é importado e sua produção interna não supre a demanda existente (UGOBOAJA et al., 1991 apud OLIVEIRA et al., 2015).

De acordo com D'Avila (2012), os adjuntos mais utilizados na produção de cerveja a nível mundial são: milho, arroz, cevada, açúcares e xaropes, sendo o milho, o adjunto mais usados, já que promove uma cerveja mais leve e refrescante, adequado ao o clima brasileiro.

Neste sentido, é visto como tendência, a elaboração de cervejas adicionadas de outros adjuntos, como frutas, polpas e outros xaropes que apresentam características agradáveis de aroma e sabor para a bebida (HUBNER, 2019), além de favorecer o processo fermentativo devido ao aumento do teor de açúcares, auxiliar na estabilidade da espuma e agregar possíveis benefícios funcionais (MEIRELES et al., 2015).

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento da literatura científica sobre o uso de adjuntos não convencionais na produção de cerveja, abordando aspectos durante as etapas de produção.

3 METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão da literatura científica disponível dentro do tema proposto, de nível nacional e internacional, através da busca e coleta em acervos digitais, como Science Direct, Scielo, Google Acadêmico, onde foi possível obter artigos, monografias, dissertações e teses.

Para a busca, foram utilizados termos com as palavras-chave relacionadas aos objetivos, como cerveja, cerveja artesanal, processo de produção de cerveja, adjunto, não-convencional, revisão e suas versões em inglês. Foram avaliados aproximadamente 150 documentos, dos quais foram selecionados 45 materiais para uso neste trabalho.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente, as indústrias e as marcas procuraram se estabelecer num mercado cada vez mais exigente e competitivo, onde a busca por produtos de qualidade e com preço acessível é constante, onde a cerveja é a quarta bebida mais consumida no mundo, perdendo principalmente para o chá e o café, mas entre bebidas alcoólicas é a mais consumida (BATISTA, 2021).

Nesse contexto, os maiores países produtores de cerveja do mundo em 2022 foram a China, que produziu aproximadamente 360,4 milhões de hectolitros de cerveja, se posicionando no topo do ranking mundial de produtores deste tipo de bebida alcoólica. Os Estados Unidos e o Brasil ficaram em segundo e terceiro lugar, respectivamente, seguido pelo México e pela Alemanha, principal produtor europeu de cerveja, que ficou em quinto lugar (BRASIL, 2023).

4.1 HISTÓRICO

Como mencionado, atualmente, a cerveja é a bebida alcoólica mais consumida em todo o mundo, sendo tão antiga quanto a própria civilização. Provavelmente foi descoberta de forma acidental antes mesmo da invenção da escrita, na região histórica da Mesopotâmia, na Ásia ocidental, onde hoje está localizada a Turquia, Irã, Iraque, Síria e Arábia Saudita. Especula-se que cereais

foram expostos acidentalmente à chuva fermentando, originando açúcar que em contato com leveduras do ambiente, produziram o álcool. A partir disso, os sumérios, que viveram próximo de 5000 a.C., dominaram o método e estabeleceram processos para cultivar o malte (SINDICERV, 2020).

A partir de 1792 a.C, os babilônios, que sucederam os Sumérios, aprimoraram os métodos de produção do malte e deram origem a fabricação da cerveja. Registros da época do rei Hammurabi demonstram que especificações referentes à matéria-prima e produção constam no código de leis do estado (SINDICERV, 2020).

No antigo Egito, em 3100 a.C., os egípcios também apreciavam muito a bebida, que era produzida a partir da cevada e do trigo, e preservaram em pedra e papiro a importância que a bebida alcançou na civilização. Era alimento do cotidiano de todos, de todas as classes sociais e fazia parte dos mitos e rituais religiosos e ainda era considerada uma moeda paga em troca dos serviços prestados. Com a morte de Cleópatra VII, em 30 a.C., a relevância da cerveja teve seu decréscimo, devido a consolidação do Império Romano (SINDICERV, 2020).

Em 476 d.C., com a queda de Roma e a descentralização do poder, foi observado uma troca entre as culturas, devido aos conflitos os povos. Durante boa parte da Idade Média, com a presença de visitantes de todas as regiões, os mosteiros passaram a adquirir conhecimento e produzir e vender a cerveja (SINDICERV, 2020).

Com o início do século XVI, o duque da Baviera instituiu a conhecida lei da pureza da cerveja, que regulamentou a produção de cerveja na região, estipulando o uso de apenas três ingredientes: água, malte de cevada e lúpulo, com a posterior adição da levedura na receita (BATISTA, 2021).

A Revolução Industrial trouxe a mecanização da fabricação de cerveja, através do controle sobre seu processo, com uso de termômetro e do sacarômetro, com posterior desenvolvimento de equipamentos de fabricação de gelo e refrigeração no final do século XIX, permitiu que cerveja lager fossem produzidas no verão (SILVA, 2023).

No Brasil, a cerveja chegou em meados do século XVII, com a colonização holandesa, pela Companhia das Índias Ocidentais e mais tarde pela estadia da família real portuguesa. Não se sabe ao certo quando a produção da cerveja em decorreu no Brasil, mas um anúncio no Jornal do Comércio do Rio de Janeiro, de 27

de outubro de 1836, já oferecia a bebida por uma fabricante local, a Cervejaria Brasileira (BATISTA, 2021).

4.2 MATÉRIA-PRIMA E INGREDIENTES

Para a produção da cerveja, água potável, malte, exceto para as bebidas elaboradas com outros cereais malteados ou não, lúpulo, são ingredientes obrigatórios. Adjuntos cervejeiros, ingredientes de origem animal, vegetal e leveduras utilizados para modificar e conferir as características típicas próprias da cerveja, são ingredientes opcionais da cerveja (BRASIL, 2019).

4.2.1 Água

A água é o principal componente na produção de cerveja, representa entre 90 a 95% do volume final e devido às suas características, influencia diretamente na bebida. Os íons da água têm uma função fundamental na formação do mosto, que auxiliam na nutrição das leveduras, influenciam no pH, na sedimentação de proteínas e, em alguns casos, ter um efeito no aroma da cerveja (BATISTA, 2021).

Como exemplo, o Zinco apresenta ação no processo de fermentação, ativando a síntese de proteínas e estimulando o crescimento e ativação da levedura. No caso do ferro (Fe^{+2} ou Fe^{+3}), sua presença provoca escurecimento da espuma e da coloração da bebida, além de diminuir a estabilidade coloidal. Já a presença de nitratos indica o estágio final da oxidação da matéria orgânica contendo nitrogênio, sendo reduzidos a nitritos, gerando um sabor fenólico. A sílica em altas concentrações, influencia a fermentação, alterando o paladar e ocasionando a turvação coloidal (ALVES, 2014).

Para produção de cerveja a água deve ser livre de impurezas, filtrada, sem cloro, sem sabor e cheiro, inócua e livre de contaminações. Além disso, o controle do pH da água é essencial, pois pH alcalino poderá acarretar a dissolução de materiais existentes no malte e nas cascas dos cereais, o que não é desejável no processamento da bebida. O pH ideal não deve próximo de sete no mosto, facilitando a atividade enzimática do grão do cereal, aumentando o rendimento da maltose, originando maior teor alcoólico (TOZETTO, 2017 e BATISTA, 2021).

4.2.2 Malte

O termo malte é referência a matéria prima que em condições controladas é obtida decorrente da germinação de qualquer cereal, sendo o mais comum, o malte da cevada (MACHADO, 2017).

O principal grão utilizado para obtenção do malte é a cevada, pois suas características a tornam adequada para a produção de cerveja, como o seu teor de amido, possuindo um processo de malteação mais simples. Após a malteação, o grão possui elevado teor de enzimas que ajudam no processo de fabricação do most e auxilia na quebra do amido em açúcares. Ainda contém outras proteínas que proporcionam efeitos relevantes na espuma, corpo e estabilidade coloidal da bebida, além de possuir teor baixo de lipídios, que é vantajoso para a estabilidade de sabor da bebida (ALVES, 2014).

As enzimas de maior relevância e que estão presentes no malte são α -amilase, β -amilase e protease. A α -amilase e a β -amilase agem em mostos ácidos, condição que tem relação direta com o rendimento, ou seja, extração de açúcares fermentescíveis. Na etapa de mosturação são formados os açúcares fermentescíveis, que serão usados pelas leveduras para a produção do etanol da cerveja. Além disso, o malte fornece cascas, utilizadas para auxiliar no processo de filtração na clarificação do mosto cervejeiro (BATISTA 2021).

O malte influencia no sabor, odor e na cor das bebidas, já que em seu processo de transformação, podem ser utilizados diferentes tipos de secagem, originando diferentes formas e colorações. Para obter uma ampla gama de variedades de cerveja é possível utilizar diversos tipos de malte, sendo os mais comuns são: Pilsen, Munich, Caramelo e Preto/Torrado, tendo como características de claro, leve torrefação, médio grau de torrefação e intenso, respectivamente (Batista, 2021).

4.2.3 Lúpulo

O *Humulus Lupulus* Linnaeus, mais conhecido como lúpulo, é uma planta que tem característica reprodutiva dióica, ou seja, origina flores masculinas e femininas. Para a fabricação da cerveja utilizam-se as flores femininas não fertilizadas, que contem a lupulina, substância responsável pelo amargor devido a presença de

resinas, óleos essenciais e polifenóis (ALVES, 2014; BATISTA, 2021). Sua comercialização pode ser feita na forma de flores prensadas, pó, extrato ou pellets.

Na produção de cerveja o lúpulo foi utilizado pela primeira vez por causa do seu valor conservante, mas seu uso nos dias atuais é devido a alteração sensorial da bebida, que dá características específicas de aroma e amargor. Para produção do extrato de lúpulo, é realizado a extração através de solvente, onde são obtidos os principais compostos aromáticos e amargos, isomerizados ou não (ALVES, 2014). Ainda, suas características de aroma e sabor se modificam com o efeito do oxigênio, calor e umidade (BATISTA, 2021).

O lúpulo contém componentes ácidos classificados como: α -ácidos e β -ácidos, contendo compostos como a humulona e lupulona, cohumulona e colupulona, adhumulona e adlupulona que se diferem pela cadeia lateral, derivada das cadeias de aminoácidos hidrofóbicos. Os α -ácidos sofrem isomerização durante a fervura do mosto, originando formas cis e trans das humulonas, que origina o sabor característico do amargor nas cervejas. Já os β -ácidos não tem uma contribuição tão significativa para a caracterização do amargor, pois não isomerizam (HUGHES, 2009).

Para a expressão do teor de amargor contribuído pelo lúpulo é utilizado a Unidade Internacional de Amargor (IBU), onde 1 IBU equivale aproximadamente 1 mg de iso- α ácidos por litro de cerveja (ARAÚJO, 2016).

4.2.4 Leveduras

As leveduras pertencem ao Reino Fungi, são unicelulares, eucarióticos, possuem parede celular rígida e a reprodução se dá por brotamento ou gemulação. Estes microrganismos conseguem se desenvolver em ampla faixa de temperatura, com intervalo ótimo de 26 a 36 °C e em uma variação de pH de 4,5 a 5,5, apresentando a característica de resistência osmótica (OLIVEIRA, 2011; ALVES, 2014).

Na fabricação da cerveja, a levedura tem a função de converter o caldo resultante da mistura fervida de malte e água, rico em açúcares fermentescíveis do mosto, em CO₂ e álcool na etapa de fermentação (ALVES, 2014; BATISTA, 2021).

É importante destacar que as características do produto final variam de acordo com o tipo de levedura utilizada, onde as principais espécies utilizadas são

Saccharomyces uvarum/ *S. Pastorianus* e a *Saccharomyces cerevisiae*, para os tipos de cerveja lager e ale, respectivamente (BATISTA, 2021). No processo de fermentação, a *S. uvarum* e a *S. pastorianus* são denominadas como leveduras de baixa fermentação, pois atuam de maneira mais lenta originando uma fermentação menos densa, mais eficiente, formando uma cerveja mais limpa e de sabor seco, com decantação final do produto. Já a *S. cerevisiae* é chamada de levedura de alta fermentação, atuando na superfície do mosto, com ação rápida, sem o consumo total do açúcar contido no malte, resultando em uma bebida com sabor frutado, complexo e doce (TOZETTO, 2017; ALVES, 2014, EVANGELISTA, 2012).

Ainda é possível utilizar leveduras presentes naturalmente no meio ambiente, conhecidas como leveduras selvagens, como exemplo as dos gêneros *Brettanomyces* e da espécie *Torulaspora*, que originam sabores e aromas diferenciados quando fermentados com malte, trigo ou outros adjuntos. Estas leveduras são consideradas selvagens pois apropriam-se do mosto fermentável, pois estão presentes em estado natural no ambiente. Atualmente, este tipo de levedura é inoculada propositalmente na mistura, no entanto a razão de seu uso não ser difundido se refere ao fato de produzirem sabores desagradáveis durante a fermentação (MORADO, 2017).

4.2.5 Outros ingredientes

De acordo com a legislação, para ser caracterizada como cerveja, a bebida precisa de cevada, lúpulo, levedura e água, porém estes ingredientes não são os únicos utilizados para criar identidade única a cerveja. Nesse contexto, os adjuntos podem ser grãos, açúcares naturais, condimentos, ervas, utilizados com o intuito de criar sabores diferenciados e em muitas vezes cortar custos de produção (FERNANDES, 2017).

MORADO (2017), também afirma que além dos ingredientes básicos (malte de cevada, água, lúpulo e levedura), há a possibilidade de acrescentar adjuntos à receita, com o objetivo de atender características diferentes na bebida, como reduzir seu custo, modificar ou acrescentar características de gosto, cor, aroma, corpo, teor alcoólico e outros.

Hughes (2014), citado por Fernandes (2017), descreve os principais ingredientes utilizados em cada estilo de cerveja. Casca de laranja é utilizada em cervejas belgas e especiais, conferindo sabor agradável licoroso; a canela em pau adiciona aroma e sabor, ideal para ser adicionada em cervejas escuras e encorpadas; o anis-estrelado é utilizado em cervejas ale tipo belga, originando um sabor doce e pungente; sementes de coentro são utilizadas em cervejas witbiers, denotando sabor bem característico; bagas de cardamomo são usadas em cervejas belgas, combinando com sementes de coentro, cominho e frutas cítricas; pimenta malagueta deixa gosto respiral seco e levemente queimado e combina com cervejas mexicanas; morango são usados em cervejas pale e lagers trazendo um leve sabor adocicado; framboesa dá um toque doce e frutado para cervejas de trigo belgas e amargas; e por fim, a cereja é utilizada em cervejas kriel belgas, equilibram o álcool e o amargor.

4.3 ETAPAS DO PROCESSO

Existem várias formas para a produzir uma cerveja, que variam de acordo com o tipo de cerveja produzida e outros aspectos, como a temperatura do processamento, tempo, matérias-primas utilizadas e outras. Basicamente o processo envolve: maltagem, moagem do malte, mostura, filtração, fervura, resfriamento, fermentação, maturação, clarificação, pasteurização e em seguida o envase (BATISTA, 2021).

4.3.1 Maltagem

A etapa de maltagem ou malteação, realizada antes do processo de fabricação da cerveja, em outros recintos, tem o objetivo de transformar o cereal em malte, sendo fundamental para a qualidade e a personalidade da cerveja. O malte contribui para a cor e o paladar da bebida, além de conferir espuma e corpo da cerveja. Os açúcares obtidos do malte serão transformados em álcool na fermentação, sendo de extrema importância que o malte tenha boa qualidade, seja armazenado adequadamente e que os grãos escolhidos sejam selecionados quanto ao tamanho, teor de proteína e umidade (MORADO, 2017).

Para obter o malte, os grãos do cereal são umedecidos a ponto de iniciarem a germinação, onde é iniciado a modificação do malte, com a produção de enzimas que quebram parcialmente o amido e as proteínas.

A maltagem ocorre em três etapas: maceração, germinação e secagem. Durante a maceração, que dura entre 6 e 12 horas, ocorre o fornecimento de oxigênio e água ao grão, despertando-o da dormência, preparando-o para a germinação. Na germinação, o grão sofre modificação física, com a formação da radícula e da acrospira, e química, com a formação de enzimas que vão quebrar o amido em carboidratos mais simples e as proteínas complexas em proteínas simples. O tempo de germinação é de aproximadamente 3 a 6 dias, sendo realizado controle de temperatura e oxigenação (PICCINI, 2002).

No aquecimento dos grãos, a germinação é interrompida, para o início da secagem dos grãos que pode variar de 20 a 100°C de acordo com o tipo de malte a ser obtido. Este processo, ocorre em duas fases: a primeira é a pré-secagem que ocorre à temperatura de 20°C a 70°C por 20 min, com umidade obtida entre 8% a 12% de umidade e a fase final, chamada de cura, que dura de 2 a 3 minutos, para o malte claro, e de 5 minutos para o malte escuro, com o forno entre 70°C a 95°C e umidade final de 4% a 5% (PICCINI, 2002).

Nessa última etapa, será designado o tipo de malte, classificado de claro a escuro, onde será observado as colorações e aromas desejados para a produção da cerveja. É importante destacar, que quanto mais alta é a temperatura, maiores são as perdas em atividade enzimática.

4.3.2 Moagem

A etapa inicial na cervejaria, consiste na moagem dos grãos do cereal para romper a casca do malte e expor o amido do interior, onde a redução do tamanho pode ser realizada por moinhos de rolos, de martelo ou de discos (PINA, 2022). Nesta etapa ocorre a diminuição das partículas de amido, aumentando sua velocidade de hidrólise e as cascas exercerão a função de elemento filtrante do mosto na etapa de mosturação. Dessa forma, deve ser encontrado um equilíbrio na moagem para obter um grão não muito fino, que resulta na redução da velocidade de filtração, e também não muito grande, afetando a hidrólise do amido (ALVES, 2014).

4.3.3 Mosturação

Nesta etapa, o malte é adicionado de água e submetido ao aquecimento em tanques, por períodos de tempo determinados e com temperaturas controladas, as rampas de temperatura, que variam de 40 a 78°C e tem como intuito realizar a hidrólise do amido e açúcares (ALVES, 2014; MORADO, 2017).

Fase também conhecido como brassagem, ocorre a ativação enzimática, entre 40 °C e 45 °C, com a solubilização dos grãos de amido através de enzimas como a betaglucanase. Durante o período de temperatura de 50°C a 55°C, ocorre o repouso proteolítico, onde é observado a quebra de proteína do malte em peptídeos e aminoácidos, através da ação das enzimas proteolíticas, deixando o amido suscetível à ação das enzimas de sacarificação (MORADO, 2017).

Na sacarificação, que ocorre entre 60 °C e 72 °C, sucede a ação das enzimas alfa-amilase e beta-amilase, que atua quebrando as ligações internas do amido, convertendo-o em açúcares que serão utilizados pelas leveduras, mas que trarão o dulçor e o corpo à cerveja. Entre 76 °C e 78 °C, decorre a inativação enzimática, com o intuito de estabilizar o mosto e impedindo que continuem a atuar durante a filtração (MORADO, 2017).

No processo de mostura, define-se quanto dos açúcares pode ser consumido pela levedura, onde quanto mais fermentáveis os açúcares, menor a tendência de uma cerveja tornar-se encorpada e ainda, através da quebra das proteínas, é possível regular a espuma e o brilho da cerveja.

4.3.4 Filtração

Esta etapa do processo consiste em realizar a separação da fase sólida (bagaço de malte), da fase líquida (mosto líquido). Existem duas formas básicas de se fazer isso: em filtro de placas, mais utilizado em grandes cervejarias, e em tina de clarificação (ou tina-filtro), utilizada em cervejarias de menor porte, por ser mais versátil (ALVES, 2014; MORADO, 2017).

Durante essa fase, ocorre a filtração do mosto primário e a lavagem do bagaço e obtenção do mosto secundário ainda embebidos nas cascas (ALVES, 2014), onde deve ser observado a temperatura da água, que não deve ser elevada,

para evitar a extração exagerada de polifenóis e de amido residual do bagaço, o que poderia trazer alteração do sabor da cerveja e surgimento da turbidez (MORADO, 2017).

4.3.5 Fervura

O objetivo do aquecimento é estabilizar o mosto nos aspectos microbiológico, bioquímico e coloidal, preparando-o para a fermentação, além de estabelecer as principais características de aroma e sabor do produto final (MORADO, 2017).

A fervura do mosto tem o princípio de inativar enzimas, esterilizar o mosto, precipitar proteínas e resinas, e formar substâncias que contribuirão para o sabor e o aroma da cerveja, concentrar o mosto através da evaporação da água, formar substâncias redutores e corantes, formar ácidos para redução do pH, eliminar compostos voláteis indesejáveis, além de extrair os compostos amargos do lúpulo, solubilizando-os e modificando-os (ALVES, 2014; KUCK, 2008).

De acordo com Morado (2017), nesta etapa é adicionado o lúpulo, geralmente em duas etapas: a primeira tem o intuito de conferir o amargor e a segunda está relacionada a adição dos aromas florais, herbais e condimentados.

4.3.6 Resfriamento

Nesta fase, o mosto é separado do trub, que são as proteínas coaguladas e as partículas de lúpulo e outros subprodutos, que são resultantes do processo de fervura. Este procedimento é realizado através de centrifugação ou pelo método conhecido por Whirlpool, que é a ação de um redemoinho que usa a força centrípeta para concentrá-lo no centro do tanque, facilitando seu descarte (ALVES, 2014; MORADO, 2017).

A seguir, o mosto é resfriado até a temperatura desejada para a fermentação, o qual são utilizadas temperaturas entre 7 a 15°C, para cervejas do tipo lager e entre 18 e 22°C para cerveja do tipo Ale. Geralmente, são utilizados trocadores de calor do tipo placa, com resfriamento rápido, para evitar a formação de aromas indesejáveis e evitar a contaminação (ALVES, 2014; MORADO, 2017).

O mosto, então, é aerado para fornecer à levedura o oxigênio de que ela necessita para a multiplicação celular das leveduras, para a síntese de ácidos

graxos das membranas, além do desenvolvimento de aromas para a bebida (BATISTA, 2021).

4.3.7 Fermentação

Nesta etapa, a levedura consome os açúcares fermentescíveis, se reproduzindo e produzindo dióxido de carbono, álcool, esteress, ácidos orgânicos e álcoois superiores alifáticos e aromáticos, compostos carbonílicos e sulfurados e os álcoois polihídricos (ALVES, 2014; BATISTA, 2021). A fermentação ocorre em tanques fechados, revestidos por uma camisa externa que permite a passagem de fluido refrigerante, como a amônia ou etileno glicol, para manter o sistema na temperatura desejada (OLIVEIRA, 2011).

Com o intuito de que a fermentação suceda lentamente, por um longo período, é preciso que as reações bioquímicas sejam feitas em temperaturas mais frias, de acordo com a característica de cada levedura utilizada (MORADO, 2017). Para leveduras de baixa fermentação (Lager), recomenda-se faixas de temperatura de 7 a 15°C e para leveduras de alta fermentação (Ale), o sugerido é utilizar faixas de temperatura de 18 a 22°C (ALVES, 2017).

No início da fermentação, a concentração de açúcares é alta, cujos principais açúcares fermentáveis presentes no mosto são a maltose e a glicose. Ainda, o mosto contém oxigênio, que será utilizado pela levedura como nutriente para sua multiplicação, além de outros nutrientes importantes contidos no mosto como são aminoácidos e sais minerais (MORADO, 2017).

Nesta etapa é necessário realizar a fermentação de modo a favorecer a produção e a manutenção dos aromas desejáveis e a eliminação dos indesejáveis, como o diacetil, dos aldeídos, sulfeto de dimetila, sulfeto de hidrogênio que causam aromas desagradáveis à cerveja (MORADO, 2017).

Ao final da fermentação, a levedura flocula e sedimenta, para cervejas de baixa fermentação (Lager) ou flutuam, para cervejas de alta fermentação (Ale).

4.3.8 Maturação

Após a retirada das leveduras, inicia-se a maturação, que geralmente ocorre em temperaturas inferiores às de fermentação, onde a maior parte dos açúcares já

foi transformada em álcool etílico, gás carbônico, glicerol, ácido acético, álcoois superiores e ésteres (MORADO, 2017).

O objetivo da etapa é a de promover a redução de ácido sulfídrico, acetaldeído e teor de diacetil, além da saturação com CO₂, clarificação através da precipitação de leveduras e a formação de complexos de proteínas e polifenóis, conferindo melhor acabamento sensorial para o produto final (PINA, 2022; ALVES, 2014; BATISTA, 2021). Ainda, nessa etapa podem-se adicionar especiarias, frutas, lascas de madeiras e outros ingredientes que conferem aromas à bebida.

4.3.9 Clarificação

Na etapa de clarificação, o objetivo principal é a de eliminar a turbidez devido à presença de materiais sólidos, como células de leveduras, melhorando seu aspecto visual, sem grandes alterações de sabor e de sua composição, no entanto retirando compostos que conferem corpo à bebida (ALVES, 2014, MORADO, 2017, BATISTA, 2021). Para este processo é utilizado centrífugas, terra diatomácea ou perlita, com o objetivo de realizar a filtração da bebida (MORADO, 2017).

4.3.10 Pasteurização

Concluída a etapa de maturação e clarificação, a cerveja pode apresentar um conteúdo de gás carbônico inferior ao desejado. Dessa forma, pode ser realizada a carbonatação da bebida, injetando-se gás carbônico na cerveja logo após a filtração ou nos tanques de armazenamento (MORADO, 2017).

Como etapa seguinte, temos a pasteurização, que tem como princípio adquirir a estabilidade biológica, através da eliminação de microrganismos que podem alterar as características da cerveja, além de oferecer segurança durante o envase e pode ser realizada antes ou depois desta etapa dependendo do processo fabril (BATISTA, 2021).

Geralmente, empregam-se dois métodos durante a pasteurização: trocadores de calor de placas modificadas e em túneis. No primeiro, a cerveja é pasteurizada antes do envase em garrafas ou latas, em temperaturas próximas a 75 °C, por alguns segundos. No segundo, a cerveja é acondicionada em garrafas ou em latas e em seguida é pasteurizada ao atravessar o túnel do pasteurizador, recebendo calor

por aspersão de água quente, resultando em uma temperatura interna entre em torno de 60 a 65 °C, por alguns minutos (BRUNELLI, 2012).

4.3.11 Envase

O envase da cerveja é uma etapa importante no que diz respeito a garantia da qualidade e segurança alimentar dessa bebida. Neste momento, o ambiente deve ser controlado com boa higiene e assepsia dos recipientes é de grande importância. São vários os tipos de recipientes para o envase da bebida, sendo os principais: Barris, garrafas e latas.

Os barris, que podem ser de madeira, aço, alumínio ou plástico devem ser higienizados adequadamente e o envase deve ser a baixas temperaturas, próxima a 0°C, utilizando uma mistura de gases, para conservação das características da bebida. É importante ressaltar, que cada material em que o barril é produzido tem suas características e vantagens (MORADO, 2017).

Para o engarrafamento, o processo de envase também deve ser feito com cuidado, com toda a qualidade do local, através da sanitização do local, dos equipamentos de envase e dos recipientes para embalagem. Para este envase são utilizadas garrafas de vidro âmbar, retornáveis ou não, através de sistema semiautomatizado ou automatizado (TEIXEIRA, 2017).

Alguns pontos de atenção devem ser considerados durante o engarrafamento da cerveja, como: controle de temperatura próxima de 0°C, vedação dos bicos de enchimento, evitando a contaminação com oxigênio, produção de pressão controlada dentro da embalagem, pressurização com CO₂, estabelecimento do limite correto de bebida e fechamento hermético da garrafa (TEIXEIRA, 2017).

Referente ao envase através de latas, mantém-se as Boas Práticas de Fabricação já mencionadas, com assepsia do local e das embalagens. As vantagens do uso das latas em relação aos outros dois métodos de envase estão relacionados ao menor custo, maior produtividade no envase e facilidade logística, devido ao baixo peso, menor fragilidade e tamanho mais compacto.

O processo de envase da cerveja está estruturado em três etapas: lavagem das latas para preparação do envase; envase em contrapressão, onde as latas são enchidas com auxílio de uma pressão específica, com aplicação de CO₂ e controle de temperatura e por último, a recravação da lata com a tampa (CHAGAS, 2021).

4.4 LEGISLAÇÃO

Conforme definido no decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009, cerveja é a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte da cevada malteada ou do extrato de malte, podendo ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro. Ainda afirma que a cerveja poderá ser adicionada de ingrediente de origem vegetal, de ingrediente de origem animal, de coadjuvante de tecnologia e de aditivo a serem regulamentados em atos específicos.

De acordo com a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 65, DE 10 DE DEZEMBRO DE 2019, mosto é a solução em água potável de compostos resultantes da degradação enzimática do malte, com ou sem adjuntos cervejeiros e ingredientes opcionais, realizada mediante processos tecnológicos adequados. Já extrato primitivo é a quantidade de substâncias dissolvidas (extrato) do mosto que deu origem à cerveja e deve ser sempre maior ou igual a 5,0% em peso.

Ainda, a instrução normativa Nº 65, de 2019, afirma que adjuntos cervejeiros são as matérias-primas que substituem, em até 45% em peso em relação ao extrato primitivo, o malte ou o extrato de malte na elaboração do mosto cervejeiro. Consideram-se adjuntos cervejeiros a cevada cervejeira não malteada e os demais cereais malteados ou não-malteados aptos para o consumo humano como alimento. Também são considerados adjuntos cervejeiros, o mel e os ingredientes de origem vegetal, fontes de amido e de açúcares, aptos para o consumo humano como alimento, sendo que a quantidade máxima empregada deve ser menor ou igual a 25% em peso em relação ao extrato primitivo (BRASIL, 2019).

Para a produção da cerveja, são ingredientes obrigatórios: água potável, malte, exceto para as bebidas elaboradas com outros cereais malteados ou não, lúpulo ou seu extrato. São ingredientes opcionais da cerveja: adjuntos cervejeiros, ingredientes de origem animal, vegetal ou outros ingredientes aptos para o consumo humano, levedura e outros microrganismos fermentativos utilizados para modificar e conferir as características típicas próprias da cerveja (BRASIL, 2019).

4.5 ADJUNTOS

Morado (2017), afirma que além de cereais, outros ingredientes podem ser acrescentados à receita para aumentar a quantidade de amido ou de açúcar na mistura, a fim de melhorar o resultado da fermentação e eventualmente adicionar aromas e sabores especiais (MORADO, 2017).

Ervas, flores, frutas e especiarias podem ser classificadas como adjuntos e podem ser utilizadas em diversas etapas do processo produtivo, durante a fervura substituindo o lúpulo ou durante a fermentação, agregando sabores e aromas específicos (FERNANDES, 2017).

4.5.1 Adjuntos convencionais

Os adjuntos cervejeiros podem ser divididos em dois grandes grupos de acordo com sua forma de utilização no processo cervejeiro: adjuntos amiláceos, que passam pela fase amilolítica da mostura, e adjuntos sacaríneos, os chamados adjuntos de fervura, que não necessitam desta quebra por apresentarem apenas açúcares fermentescíveis (D'AVILA, 2012).

Segundo Muller (2021), a utilização de adjuntos tem como principais objetivos reduzir custos, promover a obtenção de características sensoriais típicas e permitir a produção de cerveja, em locais em que o cultivo de cevada e o abastecimento de malte seja inadequado.

O malte de cevada pode ser substituído parcialmente por outros cereais, malteados ou não, por diferentes motivos, como o trigo, aveia, centeio não maltados, que podem conferir textura, corpo, aromas e sabores, além de ajudar na formação e retenção de espuma no processo de produção da cerveja. Já o milho e o arroz não maltados tornam a cerveja mais clara, leve e menos amarga e são relativamente neutros quanto aos aromas, desde que processados e armazenados adequadamente. Por motivos relacionados à padronização e ao custo, grandes cervejarias costumam usar xaropes de maltose derivados desses cereais no lugar dos cereais (MORADO, 2017).

O uso de adjuntos na produção da cerveja pode trazer vantagens as suas propriedades organolépticas, como o teor reduzido de proteínas e polifenóis que

pode aumentar a estabilidade coloidal, reduzindo as reações que diminuem a vida útil da bebida. Ainda, o uso de adjunto pode fornecer extrato primitivo rico em açúcares fermentescíveis, fornecer compostos que dão corpo à bebida, produção de cervejas sem glúten e outros (MULLER, 2021).

Qualquer fonte de amido pode ser utilizada como suplemento amiláceo, desde que sejam considerados a disponibilidade, o valor econômico e o teor de amido. Para que o amido e os ingredientes adicionados sejam hidrolisados adequadamente, eles devem primeiro ser gelatinizados para serem expostos às enzimas encontradas no malte (D'AVILA, 2012).

O trigo é outra opção ao uso da cevada, quando empregado para produção de cervejas, no entanto o tempo de malteação e de germinação devem ser curtos, quando comparado ao da cevada, por ser um grão que pode ser danificado facilmente. Em relação a temperatura de gelatinização, o amido de trigo tem temperatura similar ao do malte e pode ser adicionado diretamente durante a mosturação. Durante a etapa, é recomendado a adição de 10% de malte, a temperatura de 48°C, por um período de 30 minutos para que ocorra reação das beta-glucanases sobre os beta-glucanos, que estão presentes em grande quantidade no adjunto (D'AVILA, 2012).

D'Avila (2012), afirma que o trigo não deve ser utilizado como adjunto em proporções elevadas, uma vez que aumenta o teor do polissacarídeo arabinosilanos no mosto, que possuem peso molecular superior aos encontrados no malte de cevada, aumentando sua viscosidade e diminuindo a eficiência da filtração.

O milho é um adjunto amiláceo não-maltado cuja composição seca é de: 73-80% carboidratos, 8-12% de proteína, 5-6% de pentanas e α -glucanos, 4% de celulose 4-6% de lipídeos, sendo que apresenta maior quantidade de carboidratos do que o malte, que varia de 63-65% e contendo alto teor de gordura, de 4 a 6%, que pode ocasionar a rancificação, interferindo na estabilidade do paladar e na espuma da cerveja (GUIMARÃES, 2017; D'AVILA, 2012).

Com o objetivo de diminuir a concentração de óleo no milho, o grão é degerminado antes de ser utilizado como adjunto para a fabricação da cerveja, formando o gritz. Ainda, pode ocorrer a degerminação seguida do processo de gelatinização que dará origem ao flakes. Após os tratamentos térmicos, parte das proteínas é perdida, reduzindo a quantidade de aminoácidos, prejudicando a etapa da mosturação e da fermentação (GUIMARÃES, 2017; D'AVILA, 2021).

Para a utilização do griz de milho, a temperatura de gelatinização é semelhante ao do malte, sendo mais um ponto positivo ao uso do adjunto, além das suas formas de flakes, griz ou griz refinado e o xarope de milho. Como ponto negativo, são evidenciados os altos níveis de diacetil e outros subprodutos que são liberados durante a fermentação, apresentando aromas desagradáveis para a bebida, caso não sejam tratados durante a etapa de maturação (GUIMARÃES, 2017; D'AVILA, 2021).

O arroz também é utilizado como adjunto cervejeiro e sua composição é de: 12 a 13% de umidade, 70 a 90% de carboidratos (majoritariamente amido), 5 a 8% de proteína e 0,2 a 2,2% de óleos. Apesar de o grão ter maior quantidade de amido, quando comparado ao milho e a cevada, sua temperatura de gelatinização é próximo dos 75°C, sendo necessário realizar pré-tratamento para utilização pela levedura. Para isso, o arroz é convertido em farinha, aquecida e umedecida, passando por rolos com a finalidade de produzir flocos de arroz, conhecidos por flakes (GUIMARÃES, 2017).

Uma alternativa ao uso de adjuntos amiláceos sem maltar é o uso de enzimas amilolíticas produzidas por fungos e bactérias. Das enzimas envolvidas na sacarificação do amido, as α -amilases e β -amilases atuarão sobre o amido, transformando-o em açúcares fermentáveis. Ainda pode ser utilizado enzimas desramificantes como pululanase e isoamilase, utilizadas acompanhando as enzimas sacarificantes, hidrolisando o amido em sua totalidade em açúcares fermentescíveis, aumentando o teor de álcool (D'AVILA, 2012).

A utilização de xaropes também é uma prática ao uso de adjuntos, principalmente de alta maltose, de milho ou arroz, pois simplifica o processo de mosturação e filtração, não havendo a necessidade de sacarificar os compostos presentes, além de produzir cervejas mais uniformes, conferir coloração e obter mais corpo para a bebida (D'AVILA, 2012).

4.5.2 Adjuntos não-convencionais

Muitos estilos de cerveja usam outros adjuntos, como ervas aromáticas, essências, frutas, condimentos, temperos e especiarias, tendo características únicas de corpo, aroma, gosto ou textura (MORADO, 2017).

A adição de uma fruta ou de seu suco é feita para provocar uma segunda fermentação mais intensa e incorporar novos sabores à cerveja. Entre essas frutas estão a cereja, a framboesa, o pêssego, a laranja, o limão e a maçã. Além das frutas, em alguns casos são usados gengibre, cravo, baunilha ou até pimenta (MORADO, 2017).

Cervejas adicionadas de frutas foram produzidas por muitos anos, antes do uso do lúpulo, e foram reconhecidas por equilibrar o sabor azedo das cervejas belgas fermentadas espontaneamente. Com o passar do tempo, as cervejas com frutas passaram a ser produzidas somente em locais específicos, dificultando sua obtenção, entretanto, atualmente, tem se tornado popular em diversos países e sendo produzidas por diversas cervejarias artesanais (FERNANDES, 2017).

Algumas cervejarias têm em seu processo, o armazenamento da cerveja em barris de madeira que, em geral, já maturaram vinho, uísque, conhaque, com o objetivo de obter o sabor residual dessas bebidas e da madeira do barril. A passagem pela madeira confere à bebida aromas de baunilha, canela, castanhas, café, chocolate, cravo, caramelo e apimentados, entre outros (MORADO, 2017).

Uma cerveja muito conhecida no Brasil, às quais se adicionam corante caramelo ou xarope de açúcar para torná-las escuras é a Malzbier. Ainda, na América do Norte, é evidenciado uma cerveja misturada com refrigerante, com reduzido teor alcoólico e bastante refrescante (MORADO, 2017).

Fernandes (2017) elaborou uma cerveja tipo Blond Ale acrescido de acerola na etapa de mosturação, obtendo resultados semelhantes as cervejas tipo lager para a etapa de fermentação. O autor também verificou resultados satisfatórios para os aspectos microbiológicos e sensoriais, onde a cerveja mostrou-se leve, refrescante e fácil de beber. Como pontos negativos, encontrou alta umidade, provocando a redução do teor alcoólico e sutil escurecimento devido a coloração da casca e da polpa de fruta.

Silva (2014) afirma que durante a fabricação da cerveja, podem ser acrescidos adjuntos, que são outras fontes de carboidratos fermentescíveis, com o objetivo de baratear a produção e conferir sabores e aromas diferentes à bebida. Neste cenário, o seu trabalho teve como princípio adicionar a polpa de tamarindo como adjunto do malte, nas concentrações de 10 e 30%, durante o processo de mosturação. Como resultado, não foram encontradas diferenças significativas entre as cervejas quanto a fermentação e produção de etanol, no entanto a concentração

de 30% de suco de tamarindo demonstrou ser a melhor na produção de uma cerveja Lager, enquanto a de 10%, é a concentração mais favorável na produção de uma cerveja Ale.

Visando produzir uma cerveja leve com relação ao teor de extrato e álcool, com sabor diferenciado, foram realizados a adição de lascas de gengibre durante o processo de maturação da cerveja. A bebida elaborada se assemelhou a cervejas tipos Lager nos quesitos de teor de álcool, grau de fermentação e de sais minerais, apresentando ainda sabores picante e aromático, característicos da raiz (TOZETTO, 2017).

Hubner (2019), elaborou uma cerveja, do estilo Catharina Sour, com 10% de polpa de pitia e gengibre, adicionados no processo de fermentação secundária, onde concluíram que foi possível produzir cervejas com capacidade antioxidante superior à cerveja controle, indicando que a inclusão destes ingredientes pode ser uma alternativa de sabor e aroma e de compostos antioxidantes neste estilo de cerveja.

Um estudo utilizando batata-doce como adjunto de malte foi realizado, onde foi feita uma adição de 40% de polpa de batata-doce e 60% de malte de cevada. De acordo com o autor, a cerveja de batata-doce é um produto inovador, pois agrega valor a um insumo subutilizado, de baixo custo de produção e que tem grande valor nutricional. A proposta do desenvolvimento de uma cerveja de batata-doce tem o princípio de oferecer uma bebida popular contendo alta atividade antioxidante e assim contribuir com propriedades funcionais que possam trazer benefícios à saúde do consumidor (CORREA, 2018).

Miranda (2017) avaliou a produção de cervejas do estilo Blond Ale com adição de adjuntos e encontrou que cerveja com camomila teve um menor consumo de açúcar durante a fermentação, resultando num menor percentual alcoólico, se tornando uma cerveja mais leve. Já a cerveja preparada com erva-mate foi a preferida, ficando mais escura que as demais e com uma densidade maior. Ainda, a cerveja formulada com chocolate teve um maior consumo de açúcar e seu nível de carbonatação foi superior as demais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da revisão bibliográfica levantada, é notório o uso de adjuntos não convencionais para a produção de cerveja, seja pela sua utilização por razões econômicas e de custo da produção, seja para conferir atributos físico-químicos e sensoriais da cerveja produzida. Ainda, foi possível evidenciar as diversas oportunidades de aplicação dos adjuntos em várias etapas do processo de produção da cerveja, como durante a mosturação, fermentação ou maturação da bebida.

O uso de adjuntos derivados de frutas, raízes, flores e especiarias se torna importante, visto que em um país de proporções continentais, como o Brasil, com a abundância do conjunto de espécies vegetais encontrada, o desenvolvimento de novos aromas e sabores que podem ser aplicadas a cerveja se torna atrativa comercialmente.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, L. M. F. **Análise físico-química de cervejas tipo pilsen comercializadas em Campina Grande na Paraíba.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). 2014. Universidade Estadual da Paraíba – Departamento de Química, Campina Grande, 2014.

ARAÚJO, G.S. **Elaboração de uma cerveja ale utilizando melão de caroá [*sicana odorífera (vell) naudim*] como adjunto do malte.** 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

BATISTA, E. L. A. **Cerveja artesanal: Uma revisão sobre o seu processo de produção e seu potencial antioxidante.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). 2021. Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Engenharia Química, Uberlândia, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. **Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 julho de 1994. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.** Brasília: MAPA, 2009.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 65, 10 de dezembro de 2019. **Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria.** 239 ed. Seção. 1, p. 31. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Anuário da Cerveja 2022 / Ministério da Agricultura e Pecuária. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: MAPA/SDA, 2023.

BRUNELLI, L. T. **Produção de cerveja com mel: Características físico-químicas, energética e sensorial**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012.

CHAGAS, E. Envase de latas e garrafas. **Revista da cerveja**, 2017. Acesso em abril de 2024. Disponível em: <https://www.pressreader.com/brazil/revista-da-cerveja/20210517/281530818913374>.

CORREA, T. A. G. **Produção de cerveja artesanal de batata-doce (*Ipomoea batata* L.)**, 2018. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade de Brasília - Faculdade de Ceilândia, Brasília, 2018.

D'AVILA, R. F., LUVIELMO, M. M., MENDONÇA, C. R. B., JANTZEN, M. M. Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 2, p. 60-68, 2012.

EVANGELISTA, R. R. **Análise do processo de fabricação industrial de cerveja**. 2012. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo, Araçatuba, 2012, 50p.

FERNANDES, L. M. **Viabilidade de produção e caracterização de cerveja artesanal com acerola (*Malpighia emarginata* DC)**, 2017. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba - Centro de Tecnologia, João Pessoa, 2017.

GUIMARÃES, B. P. **Influências do uso de flocos de milho e arroz como adjuntos no processo cervejeiro**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), B2017. Universidade de Brasília - Instituto de Química, Brasília, 2017.

HUBNER D. S. **Produção de cerveja estilo Catharina Sour com polpa de pitaiá (*Hylocereus polyrhizus*) e gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe)**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). UFSC, 2019.

JORGE, E.P.M. **Processamento de cerveja sem álcool**. 2004. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica, Goiânia, 2004.

KUCK, L. S. **Cerveja: Sabor e Aroma**, 2008. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal de Pelotas - Departamento de Ciências dos Alimentos, Pelotas, p. 1-46, 2008.

MACHADO, E.R. **Desenvolvimento e caracterização de cerveja artesanal com adição de cacau**. 46 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

MEIRELES, M. et al. The impact of chronic blackberry intake on the neuroinflammatory status of rats fed a standart or higt-fat diet. **The Journal of nutritional biochemistry**. V. 26, n. 11, p.1166-1173, 2015.

MIRANDA, T. O. **Produção de cerveja artesanal com diferentes adjuntos**, 2017. Universidade Federal do Pampa – Departamento de Biotecnologia, São Gabriel, 2017.

MORADO, R. **Larousse da cerveja: A história e as curiosidades de uma das bebidas mais populares do mundo**. (1ª ed.). São Paulo: Alaúde Editorial, 2017.

MULLER, C. V.; GUIMARÃES, B. P.; GUESTI, G. F. O controle oficial de uso de adjuntos em cerveja no Brasil. **Revista Processos Químicos**, vol. 15, n. 29. 2021.

OLIVEIRA, C. J. A.; ARAÚJO, F. C.; SERRANO, H. L. **Estudo do uso de adjuntos no mosto cervejeiro**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal Fluminense – Departamento de Engenharia Química e de Petróleo, 2015.

OLIVEIRA, N. A. M. **Leveduras Utilizadas no Processo de Fabricação da Cerveja**. 2011. TCC (Especialização em Microbiologia), UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, 2011.

PICCINI, A. R.; MORESCO, C.; MUNHOS, L. **Cerveja**. 2002. Acesso em abril de 2024. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prcerea/cerveja/defini.htm>.

PINA, R. L., CRUZ; D. C. P.; MARTELLI, M. C. **Avaliação da influência de aromas gerados por leveduras não convencionais utilizadas na produção de cerveja: uma revisão**. Research, Society And Development, v. 11, n. 17, 2022.

PINTO, L. I. F. **Inovação tecnológica na fabricação de cerveja funcional: Incorporação da rutina de fava d'anta (*Dimorphandra gardneriana Tulasne*)**. 2019. 104 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SINDICERV. História da cerveja. 2020. Acesso em abril de 2024. Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/historia-da-cerveja/>

SILVA, R. M. F.; CHALEGRE, T. S.; CARVALHO, G. B. M. **Estudo do uso do tamarindo como adjunto do malte para produção de cerveja Ale e Lager**. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis, 2014.

SILVA, T. R. S. S. **A adição de especiarias e frutas durante o processo de fermentação de cervejas artesanais e sua propriedade antioxidante: Uma revisão**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). 2023. Universidade Federal de Juiz de Fora – Instituto de Ciências da Vida, Juiz de Fora, 2023.

TEIXEIRA, S. **Envase de cerveja: como realizar corretamente**. Cursos CPT - Centro de Produções Técnicas e Editora Ltda. Viçosa, 2017.

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

UGBOAJA, F. C.; BEDNARSKI, W.; BABUCHOWSKI, A. The technology and properties of beer produced from unmalted sorghum or maize grains. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 7, n. 2, p. 225-230, 1991.