



FERNANDA OLIVEIRA SILVA

**ERVAS DE AMARGOR EM SUBSTITUIÇÃO AO LÚPULO
NA INDÚSTRIA CERVEJEIRA: UMA REVISÃO**

LAVRAS - MG

2022

FERNANDA OLIVEIRA SILVA

**ERVAS DE AMARGOR EM SUBSTITUIÇÃO AO LÚPULO
NA INDÚSTRIA CERVEJEIRA: UMA REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
curso de Engenharia de Alimentos para a
obtenção do título de bacharel em
Engenharia de Alimentos.

Prof. Dr. Diego Alvarenga Botrel

Orientador

Dra. Michele Nayara Ribeiro

Coorientadora

LAVRAS - MG

2022

FERNANDA OLIVEIRA SILVA

**ERVAS DE AMARGOR EM SUBSTITUIÇÃO AO LÚPULO
NA INDÚSTRIA CERVEJEIRA: UMA REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
curso de Engenharia de Alimentos para a
obtenção do título de bacharel em
Engenharia de Alimentos.

APROVADA em 19 de setembro de 2022.

Prof. Dr. Diego Alvarenga Botrel

Dra. Michele Nayara Ribeiro

Prof. Dr. Alexandre De Paula Peres

Prof. Dr. Diego Alvarenga Botrel

Orientador

Dra. Michele Nayara Ribeiro

Coorientadora

LAVRAS - MG

2022

RESUMO

A cerveja é uma bebida fermentada composta principalmente por malte de cevada, água, lúpulo, adjuntos e micro-organismos apropriados. O lúpulo (*Humulus lupulus*) é uma planta trepadeira típica de regiões frias, sendo difícil sua produção em diversos países, como no Brasil, por exemplo. Esse fator, combinado com o alto valor econômico para importação desse insumo e a busca de produtos com características sensoriais diferenciadas, torna viável estudar novas opções para sua substituição na produção cervejeira. O Brasil é um país com uma vasta diversidade de plantas, com uma lista de diversas ervas utilizadas para a produção de chás e tratamento de enfermidades, onde várias delas possuem um sabor diferenciado. Nesse contexto, o presente estudo realizou uma revisão bibliográfica objetivando avaliar a possibilidade de utilização de diferentes plantas amargas em substituição ao lúpulo na produção de cerveja. Para isso, foi realizado um levantamento de trabalhos relacionados ao assunto, publicados nos últimos 30 anos, utilizando as bases de dados do Google acadêmico, Scielo, BDTD, Periódicos, Science Direct, Scopus, ACS Publications e Web of Science. Foram selecionadas as 7 ervas que apareciam com mais frequência, e depois uma segunda pesquisa com a utilização dessas ervas como substituintes ao lúpulo, realizando um compilado de informação sobre elas. Observou-se que essas ervas possuem grande potencial para suprir o amargor das bebidas, oferecendo ainda compostos que agregam valores nutricionais e sensoriais diferenciados para as cervejas. Contudo, nos experimentos foi possível verificar que uma dosagem maior dessas plantas pode trazer residuais desagradáveis para o paladar, demonstrando que ainda são necessários novos estudos para garantir que essa substituição não afete a aceitação sensorial do produto final.

Palavras-chave: ervas amargas, cerveja, gruit, substitutos ao lúpulo.

ABSTRACT

Beer is a fermented beverage composed primarily of barley malt, water, hops, adjuncts and appropriate microorganisms. Hops (*Humulus lupulus*) is a climbing plant typical of cold regions, and its production is difficult in several countries, such as Brazil, for example. This factor, combined with the high economic value for importing this input and the search for products with differentiated sensory characteristics, makes it feasible to study new options for its replacement in brewing production. Brazil is a country with a vast diversity of plants, with a list of different herbs used for the production of teas and treatment of diseases, where several of them have a different flavor. In this context, the present study carried out a literature review aiming to evaluate the possibility of using different bitter plants to replace hops in beer production. For this, we carried out a survey of works related to the subject, published in the last 30 years, using the databases of Google academic, Scielo, BDTD, Periodicals, Science Direct, Scopus, ACS Publications and Web of Science. The 7 herbs that appeared most frequently were selected, and then a second research with the use of these herbs as hop substitutes, carrying out a compilation of information about them. It was observed that these herbs have great potential to supply the bitterness of beverages, offering compounds that add differentiated nutritional and sensory values to beers. However, in the experiments it was possible to verify that a higher dosage of these plants can bring unpleasant residues to the palate, demonstrating that further studies are still needed to ensure that this substitution does not affect the sensory acceptance of the final product.

Keywords: bitter herbs, beer, grain, hop substitutes.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo geral	8
2.2 Objetivos específicos.....	8
3. METODOLOGIA	9
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	9
4.1 Matérias Primas na produção da cerveja.....	9
4.1.1 Cevada.....	9
4.1.2 Água.....	10
4.1.3 Levedura.....	11
4.1.4 Adjunto	11
4.1.5 Lúpulo	12
4.2 Etapas de processamento de cervejas	13
4.2.1- Moagem	14
4.2.2- Mosturação ou brassagem.....	14
4.2.3- Filtração do mosto.....	15
4.2.4- Fervura do mosto	16
4.2.5- Tratamento e resfriamento	16
4.2.6- Fermentação	17
4.2.7- Maturação	17
4.2.8- Clarificação	18
4.2.9- Carbonatação e envase	18
4.2.10- Pasteurização.....	18
5. MERCADO DE CERVEJAS	19
5.1 Cervejas “gourmet/diferenciadas”.....	19
5.2 Cervejas “Gruit”.....	19
6. ALTERNATIVAS AO LÚPULO.....	20
6.1 Erva mate.....	23
6.2 Quina	25
6.3 Guatambu	26
6.4 Carqueja	27
6.5 Zimbro.....	28
6.6 Alcachofra	30
6.7 Losna	31
7. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	33
8. REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

A cerveja é uma das bebidas mais antigas que se tem conhecimento. Há relatos de que sua primeira fabricação ocorreu na região do Egito e da Mesopotâmia, no entanto, os registros mais antigos encontrados sobre a produção se referem a China por volta de 7000 a.C. (MCGOVERN et al., 2004). De acordo com a legislação brasileira (MAPA, 1994), pode-se definir que a cerveja é um produto fermentado composto basicamente por malte de cevada, água, lúpulo e adjuntos sob ação de micro-organismos apropriados.

De modo geral, acredita-se que o desenvolvimento da cerveja ocorreu em conjunto com o desenvolvimento da agricultura e da produção de grãos. Porém, em seu início, a cerveja não tinha o aspecto e as características que são conhecidas hoje. Ao longo da história, várias ervas aromáticas foram utilizadas na preparação da bebida, com o objetivo principal de conservação. O lúpulo se destacou entre elas, pois apresentava propriedades conservantes e sensoriais únicas (MORADO 2009; CAVALCANTE, 2016).

O processo cervejeiro foi se aprimorando ao longo dos milênios. O que antes era atividade exclusivamente caseira, com o aumento da produção e da comercialização de cerveja, surgiu a necessidade de automatizar e ampliar a forma de fabricação, controlando o processo e o aperfeiçoamento da bebida (MORADO, 2009; SCHUINA, 2018).

O mercado cervejeiro é um ramo de grande crescimento mundial, e no Brasil, a cultura cervejeira vem aumentando, e as cervejas artesanais vem ganhando um espaço considerável, trazendo ao mercado produtos com mais qualidade, desde seus insumos até formas de fabricação (VELLOSO, 2020). Com isso, a busca de novos perfis sensoriais abriu espaço para a exploração de outras técnicas e matérias primas, criando novas possibilidades de sabores e substituições de ingredientes.

O lúpulo, além de conferir o amargor à cerveja, também possui um papel antioxidante e auxilia no processo de fermentação, conferindo à bebida qualidades químicas e sensoriais. Contudo, é uma matéria prima de regiões de clima frio, desfavorecendo seu cultivo no Brasil (VELLOSO, 2020). Esse fator, somado ao fato do lúpulo ser um insumo com maior valor econômico agregado e a busca por novos perfis sensoriais, abre espaço para avaliar a substituição dessa matéria prima na fabricação de cervejas.

Com a publicação da IN 65, 2019, que estabelece a nomenclatura *gruit* para cervejas onde o lúpulo é totalmente substituído na formulação, torna-se possível adaptar novas matérias-primas às produções cervejeiras, buscando novas características sensoriais, e até mesmo

uma redução do custo geral, além de valorizar espécies nativas ou que são cultivadas mais facilmente no país.

Alguns estudos já tiveram a substituição do lúpulo por adjuntos como foco. Aniche e Uwakwe (1990) avaliaram o uso de *Garcinia kola*, uma fruta típica africana, como substituto do lúpulo, e obtiveram cervejas bem aceitas com características físico-químicas semelhantes às da cerveja padrão. Adenuga et al. (2010) avaliou o uso de extratos de *Gongronema latifolium*, *Vernonia amygdalina* e *Garcinia kola* como substitutos potenciais para o lúpulo em cervejas de sorgo, e encontraram aceitação sensorial semelhante ou superior à encontrada para cerveja padrão.

No Brasil, diversas plantas possuem características químicas e sensoriais para desempenhar esse papel, podendo trazer o amargor, capacidade antioxidante e características físico-químicas necessárias para a produção de cervejas. Por esse motivo, esse trabalho teve como objetivo revisar e reunir informações sobre algumas plantas amargas, discutindo seu potencial como substituto ao lúpulo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente estudo tem por objetivo geral realizar uma revisão bibliográfica sobre o potencial de uso de ervas de amargor que sejam viáveis para substituição do lúpulo na produção de cervejas do tipo *gruit*.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar as ervas amargas estudadas em pesquisas científicas;
- Realizar um levantamento de pesquisas sobre as características e propriedades dessas ervas, assim como seu potencial para consumo e benefícios e/ou malefícios para saúde humana;
- Realizar um levantamento de experimentos que já realizaram a substituição total ou parcial do lúpulo por essas ervas.

3. METODOLOGIA

Com o objetivo de investigar e conhecer melhor ervas amargas com o potencial desejado, foi realizada uma busca de trabalhos acadêmicos que abordavam o tema, desde características físicas à características sensoriais e estudos farmacológicos e toxicológicos sobre essas plantas.

A elaboração e fundamentação do artigo contou com a busca realizada nas seguintes bases de dados: Google acadêmico, Scielo, BDTD, Periódicos, Science Direct, Scopus, ACS Publications e Web of Science, tendo como termos livres de busca: lúpulo; cerveja; beer; gruit beer; hops substitutes; ervas amargas. A partir desse último termo, foi feito um levantamento das ervas que apareciam com mais frequência em trabalhos e associadas a cervejas, filtrando mais os termos de busca para: erva-mate; *Ilex paraguariensis*; Quina; *Bathysa cuspidata*; Guatambu; *Aspidosperma*; Carqueja; *Baccharis trimera*; Zimbro; *Juniperus communis L*; Alcachofra; *Cynara scolymus L.*; Losna; *Artemisia absinthium*; gruit; nos idiomas português, espanhol e inglês.

Os artigos escolhidos tiveram como limite de tempo os últimos 30 anos, procurando compilar desde estudos mais iniciais das características dessas plantas até abordagens mais recentes de suas utilizações.

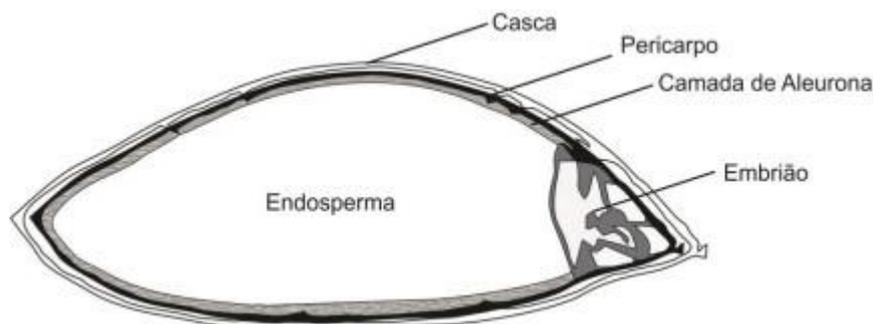
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Matérias Primas na produção da cerveja

4.1.1 Cevada

A cevada (*Hordeum vulgare* sp.vulgare), originária do Oriente Médio, é um cereal de inverno que ocupa a quinta posição em ordem de importância econômica no mundo (EMBRAPA, 2022) após arroz, milho, trigo e soja. O grão de cevada é formado basicamente por casca, pericarpo, endosperma, embrião e a camada de aleurona (Figura 1).

Figura 1. Estrutura do grão de cevada



Fonte: SCHUINA, 2018.

A cevada, para poder ser utilizada na fabricação da cerveja, passa por um processo de maltagem dos grãos para a liberação das enzimas, que consiste em colocar a semente em condições favoráveis de germinação. Nesse processo, controla-se a umidade, temperatura e aeração, e é interrompido assim que o grão inicia a formação de uma nova planta. Pela ação das enzimas, as cadeias de proteínas e amidos são hidrolisadas em aminoácidos e açúcares importantes para a etapa de fermentação.

4.1.2 Água

A água é o componente presente em maior quantidade na cerveja, correspondendo a cerca de 90% de sua composição, sendo utilizada em todas as etapas do processo de fabricação, desde a malteação, brassagem ou mosturação e fervura. Além da água de serviço, que é aquela utilizada para limpeza, aquecimento, caldeira e outros fins.

A água cervejeira, que é utilizada diretamente no processo, tem uma grande influência nos aspectos sensoriais da bebida, como textura e até mesmo amargor, portanto é necessário garantir que esteja nas condições ideais de uso.

A faixa de pH varia de acordo com a etapa do processo: na etapa da brassagem, o ideal é que o pH esteja mais ácido, entre 5,3 e 5,4, para que as enzimas operem de forma mais eficiente. Quando se trata do processo de lavagem, busca-se um pH entre 5,5 e 6,0, para evitar que um pH superior a esse valor cause adstringência à cerveja.

Outro fator que afeta diretamente as características da bebida é a composição da água em relação ao seu conteúdo mineral. O cálcio, por exemplo, auxilia as leveduras na produção

da enzima amilase, mas seu excesso pode prejudicar o processo de fermentação. Quando se trata de sulfato de sódio, a quantidade máxima permitida é de 100ppm, uma vez que seu excesso pode causar um sabor salgado desagradável, mas limites inferiores deixam a cerveja mais encorpada e pode até conferir certa doçura e aumentar a palatabilidade. O zinco em baixas dosagens é útil para as leveduras, mas seu excesso pode ser tóxico (SCHUINA, 2019).

4.1.3 Levedura

A fermentação é uma etapa determinante na qualidade de uma boa cerveja, sendo então a linhagem de levedura utilizada um dos ingredientes mais importantes. Comumente, são utilizadas leveduras do gênero *Saccharomyces*, que estão envolvidas em dois tipos de fermentação: *Saccharomyces cerevisiae* utilizadas em cervejas do tipo *Ale* ou de alta fermentação, e *Saccharomyces uvarum* para cervejas do tipo *Lager* ou de baixa fermentação (BORTOLI et al., 2013). As principais características que diferenciam essa divisão são a temperatura do processo fermentativo, o tempo de fermentação e a posição da levedura no interior das dornas no final do processo fermentativo (SCHUINA, 2018).

Durante a fermentação, as leveduras utilizam os açúcares e proteínas do mosto e produzem água, etanol e CO₂. Mas durante esse processo, são produzidos outros compostos por metabolismo secundário, que tem grande influência no sabor e aroma da bebida, como os ésteres que oferecem um aroma frutado, fenóis que dão uma característica de especiarias, como também álcoois superiores, cetonas e ácidos graxos (PESSOA, 2016; MATOS, 2011).

Buscando encontrar novos perfis de sabores, cervejarias artesanais vêm explorando também novas cepas de leveduras selvagens, como as do gênero *Kluyveromyces*, *Candida*, *Zygosaccharomyces* ou *Brettanomyces*, sendo o último utilizado em cervejas de fermentação espontânea, sendo capaz de realizar o processo fermentativo por via alcoólica ou via metabólica do ácido acético.

4.1.4 Adjunto

De acordo com a Instrução Normativa N° 65 de 2019, adjuntos são matérias-primas que substituam o malte ou o extrato de malte na elaboração do mosto. Podem ser definidos como carboidratos não maltados que complementam ou suplementam o malte de cevada. Os mais comumente usados são os cereais como o milho, o arroz e o trigo, e depois estão o sorgo,

a aveia e o triticale, podendo ser utilizada uma quantidade de 45% em peso em relação ao extrato primitivo (IN 65/2019; VENTURINI, 2016).

O mel e alguns outros ingredientes origem vegetal, como a mandioca e a batata, que são fontes de amido e de açúcares e considerados aptos para o consumo humano, também podem ser considerados adjuntos, possuindo vantagens sobre os cereais, sendo baixos em teores de proteínas e não precisando de um pré-tratamento para serem utilizados. Para esse segundo grupo de adjuntos, a quantidade permitida para utilização deve ser menor ou igual a 25% em peso em relação ao extrato primitivo.

Os adjuntos são adicionados na fase de preparação do mosto cervejeiro, onde as enzimas contidas no próprio malte hidrolisam o amido presente nesses cereais, transformando em açúcares fermentescíveis. A vantagem do seu uso é, principalmente, por razões econômicas, podendo promover um barateamento na produção em função da substituição de parte do malte e otimização do processo fermentativo, além de contribuir com atributos sensoriais característicos (CARVALHO, 2009).

Algumas pesquisas, como as de ANDRADE (2007) e SANTOS (2011), já vêm estudando o uso de cereais não convencionais, como o arroz preto brasileiro, como adjuntos na produção cervejeira, apresentando características sensoriais agradáveis à bebida.

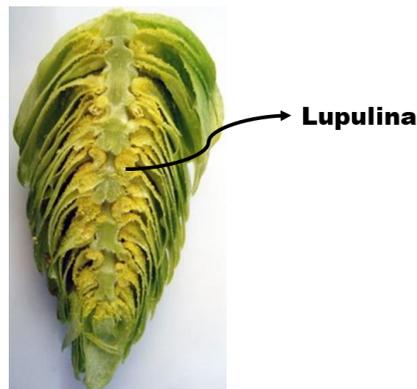
4.1.5 Lúpulo

O lúpulo (*Humulus lupulus*) é uma planta trepadeira da família das *Cannabaceae* de difícil cultivo e típica de regiões frias, como Europa, Oeste da Ásia e América do Norte. É uma espécie dioica (produz flores masculinas e femininas), porém apenas as flores femininas não fecundadas são interessantes para a indústria cervejeira (MONTEIRO, 2016; MATOS, 2011; SCHUINA, 2018).

Além do seu uso no processo de produção de cervejas, uma pequena parte do seu cultivo é utilizada como planta medicinal, fazendo parte da composição de remédios destinados para insônia, estresse e ansiedade, e suas raízes também podem ser utilizados como iguaria na culinária por possuir um sabor parecido ao do aspargo (ALMEIDA, 2019).

Em relação à estrutura, sua flor tem o formato de um pequeno cone verde, e é na base das pétalas que se encontram as glândulas que produzem a lupulina (Figura 2), um pó resinoso que contém todas as propriedades desejadas para o produto.

Figura 2. Flor da planta feminina do lúpulo e a lupulina



Fonte: adaptado de brightsoluciones.cl/en/que-es-dry-hop

A importância do lúpulo no processo de fabricação da bebida acontece na etapa de fervura, que é onde são extraídos seus compostos amargos e aromáticos. Durante o aquecimento ocorre um processo chamado isomerização, onde os α -ácidos (principalmente a humulona) do lúpulo se convertem em iso- α -ácidos, e é isso que dá a característica de amargor à bebida. Já a maior parte do aroma é oriundo dos óleos essenciais dessa planta, que são adicionados perto do final da ebulição, para garantir que estejam bem presentes no produto final.

Além de suas funções sensoriais, o lúpulo possui também outras vantagens, já que alguns componentes, principalmente os polifenóis, têm capacidade de se complexar com proteínas instáveis, auxiliando na clarificação da bebida, como também diminuir/evitar o espumamento durante a fervura e ajudar no controle bacteriostático, já que são capazes de retardar o crescimento de bactérias contaminantes, principalmente bactérias lácticas.

Mesmo sendo conhecido como principal ingrediente da cerveja, ele só foi incluído na sua formulação a partir do século IX. No século VIII, era comum a utilização de diferentes plantas como gengibre, artemísia, aquilea, alecrim e urze, em uma mistura conhecida como *gruit*, que era responsável por atribuir esses sabores amargos característicos da bebida.

4.2 Etapas de processamento de cervejas

O processo de fabricação da cerveja é composto basicamente por moagem, mosturação, filtração e fervura do mosto, resfriamento, fermentação e maturação. A partir daí o produto está pronto para ser engarrafado e pasteurizado, e então seguir para comercialização.

Figura 3. Fluxo do processo produtivo cervejeiro



Fonte: Pelo autor (2022) (Adaptado de *Encyclopedia Britannica, Inc.*)

4.2.1- Moagem

O objetivo da moagem é triturar o malte, ou a mistura de malte e adjuntos que serão utilizados no processo de fabricação, para expor o endosperma amiláceo à ação enzimática.

Essa quebra facilita a extração dos compostos de interesse para o mosto (ALTINO et al., 2015).

Um ponto importante a se controlar nessa fase é a granulometria das partículas já que, de acordo com Martins (1991), uma moagem muito grossa dificulta a hidrólise do amido e, conseqüentemente, perde-se rendimento na extração de açúcares, e uma moagem muito fina pode causar problemas na filtração.

4.2.2- Mosturação ou brassagem

Na mosturação, os grãos moídos são embebedados em água quente, com temperatura controlada, onde o amido é gelatinizado e convertido em açúcares fermentáveis pela ação das

enzimas, para que eles possam ser metabolizados pelas leveduras. Nesse processo também são extraídas outras substâncias como proteínas, vitaminas, taninos, etc, sendo que nem todas são benéficas para a qualidade da cerveja.

A faixa de temperatura empregada nessa fase vai influenciar diretamente no tipo de enzimas que irão agir nas diferentes partes das moléculas de amido, que serão quebradas em diferentes tamanhos, originando diferentes açúcares.

Temperaturas mais baixas, em torno de 63°C produzem açúcares básicos e que as leveduras conseguem fermentar por completo, como a maltose, resultando em bebidas com menor dulçor. Já em temperaturas mais próximas a 70°C produzem açúcares mais complexos, como as dextrinas, que como não são fermentados pelas leveduras, resulta em um produto mais corpo e maior dulçor (Matos, 2011).

Para finalizar esse processo, ao atingir a ação enzimática desejada, o mosto deve ser aquecido em torno de 75-78 °C para que ocorra a inativação das enzimas presentes. Se forem utilizadas temperaturas acima de 80 °C pode haver uma migração de taninos da casca do malte para o mosto, o que gera na bebida uma maior adstringência.

4.2.3- Filtração do mosto

Ao final do processo de mosturação, o mosto é uma solução contendo os açúcares e sólidos indesejáveis, sendo necessário separar essas cascas e material não solubilizado. Estes sólidos contêm grande quantidade de proteínas e enzimas coaguladas, material graxo, fragmentos de amido que não foram hidrolisados, silicatos e polifenóis. O motivo para essa etapa ser de extrema importância é que essas substâncias podem prejudicar sabores, odores, viscosidade e aparência da cerveja.

Esse processo é comumente realizado em tinas de filtragem, que são recipientes que contém um fundo falso perfurado, que permite com que o líquido escoe e as cascas permaneçam retidas, formando uma camada que é utilizada como filtrante do mosto. A temperatura da mistura durante a filtração deve ser em torno de 75°C, para que os açúcares estejam diluídos, a viscosidade do mosto diminua, e facilite a passagem do líquido, diminuindo as perdas (SCHUINA, 2018).

Ao final desse processo, a torta, como é chamada esse conjunto de sólidos retidos na filtração, é lavada para a extração de açúcares que ficam retidos entre as partículas. Este material restante ainda é rico em proteínas, sais minerais e celulose, podendo ser reutilizado na alimentação animal (MATOS, 2011).

4.2.4- Fervura do mosto

Nesta etapa o mosto filtrado é submetido a fervura com os objetivos de esterilização, inativação das enzimas, desnaturação das proteínas, evaporação de água excedente e de compostos voláteis indesejáveis (VENTURINI, 2016).

O lúpulo é adicionado em duas etapas durante esse processo. No início da fervura, adiciona-se esse composto com o intuito de conferir amargor característico, ocorrendo a conversão dos α -ácidos em iso- α -ácidos. Já o lúpulo que irá conferir sabor e aroma (*late hopping*) é adicionado apenas ao final da fervura, para evitar a perda dos compostos aromáticos (SCHUINA, 2018). Caso opte por utilizar adjuntos na forma de açúcar, como xarope, ele também deve ser acrescentado nesta etapa, de acordo com a concentração final desejada de açúcar no mosto (VENTURINI, 2016).

Este processo de fervura se mantém até que o mosto atinja a concentração desejada de açúcar para o início da fermentação, podendo durar entre 60 e 90 minutos, e então deve ser resfriado rapidamente para evitar a oxidação, contaminação por microrganismos, e a formação de DMS (Dimetil Sulfeto), que é um composto de sabor rançoso e pode ser tido como um *off flavor* com sabor e aroma de milho cozido (VENTURINI, 2016; SILVA et al, 2009).

4.2.5- Tratamento e resfriamento

Após a fervura completa, o lúpulo usado e os materiais coagulados (complexo de proteínas, resinas e taninos) são depositados no fundo da caldeira, sendo necessário uma separação desses compostos, conhecidos como *trub*, que podem trazer sabores aguados e estranhos à bebida se passarem pelo processo de fermentação.

Para facilitar esse processo de separação, o mosto pode ser submetido a uma técnica chamada de *whirlpool*, que consiste em agitar o mosto com movimentos circulares, promovendo a decantação e acúmulo do *trub*.

O resfriamento deve ser realizado de forma rápida, comumente em trocadores de calor de placas, até a temperatura de inoculação da levedura. Pode-se também realizar a aeração do mosto antes da inoculação da levedura para facilitar a atuação da levedura no começo da fermentação (SCHUINA, 2018).

4.2.6- Fermentação

Esse processo é o ponto central para produção da bebida, cujo principal objetivo é a conversão de açúcares em etanol e gás carbônico pela levedura, sob condições anaeróbicas. Aqui, o mosto rico em açúcares, esterilizado e à temperatura ideal, recebe a levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) que irá se reproduzir, consumir os açúcares fermentescíveis, e produzir álcool, CO₂, e alguns ésteres, ácidos e álcoois superiores, que juntos irão conferir as características organolépticas à cerveja.

O processo de fermentação pode ser dividido em duas etapas: a fase aeróbia, onde o oxigênio dissolvido no mosto auxilia no processo de adaptação da levedura ao meio, favorecendo o crescimento celular dos micro-organismos, e a fase anaeróbia, que com o esgotamento do oxigênio, a levedura é obrigada a mudar seu metabolismo e começa a produzir energia através da fermentação alcoólica, que tem como produtos finais etanol e CO₂.

4.2.7- Maturação

Após a retirada do fermento, a cerveja obtida é chamada de “cerveja verde”, que se trata de um produto com baixa concentração de CO₂, possui aspecto turvo e sabor e aromas que ainda precisam ser apurados. Então o produto é armazenado em tanques de maturação, com temperaturas próximas a 0°C, por períodos variáveis, onde irá ocorrer uma fermentação secundária. Nesse período ocorre a sedimentação de partículas em suspensão e algumas reações de esterificação, responsáveis pela produção de alguns aromatizantes essenciais para a cerveja.

Aqui, as leveduras restantes começam a reprocessar subprodutos originados na primeira fermentação, como cetaldeído, cetonas (diacetil, pentanedione) e dimetil sulfito, que são substâncias consideradas ruins quando presentes em grandes quantidades, podendo causar problemas na estabilidade do sabor durante o armazenamento. Durante as reações, compostos responsáveis pelos *off flavors* são eliminados, e as características sensoriais são aprimoradas.

Durante o período de maturação, são formados ésteres, como o acetato de etila e acetato de amila, responsáveis pelo aroma e o sabor que caracterizam a cerveja. Essa etapa também proporciona a clarificação da bebida, já que ocorre a precipitação de leveduras e proteínas, assim como de sólidos insolúveis.

4.2.8- Clarificação

A clarificação é uma etapa que pode ou não ocorrer, já que alguns produtores consideram a turbidez como uma característica do produto. Caso seja desejável, o processo pode ser realizado por sedimentação por gravidade, uso de clarificantes, centrifugação e filtração (FILLAUDEAU et al., 2007).

4.2.9- Carbonatação e envase

O dióxido de carbono (CO₂) é um muito importante para a percepção sensorial da cerveja, já que é responsável pela efervescência e a sensação de acidez deixada na boca, portanto normalmente é necessário realizar um ajuste no teor de CO₂, para que a cerveja apresente um nível de carbonatação adequado. Essa etapa pode ser realizada pela injeção direta de dióxido de carbono em linha ou em tanques.

A cerveja pode ser armazenada em diferentes recipientes, e os mais comuns são barris, latas ou garrafas, sendo que nessa última opção deve-se atentar para exposição à luz, sendo recomendado o uso de garrafa âmbar. No caso de latas e garrafas, essa operação é executada em um equipamento denominado de enchedora, já o envase em barris é realizado por máquinas de embarrilamento.

4.2.10- Pasteurização

Para a cerveja, a etapa de pasteurização não é obrigatória. Trata-se de uma técnica que visa a conservação do produto por meio de uma aquecimento em torno de 100°C por um determinado tempo, proporcionando a eliminação de possíveis microorganismos contaminantes. É o processo, inclusive, que diferencia o chope (não pasteurizado) da cerveja (pasteurizada).

Quando ocorre a pasteurização, ela pode ser realizada por dois processos: antes do envase, com o líquido passando por placas de trocador de calor, ou depois do envase, onde as latas/garrafas passam por um túnel e são borrifadas com vapor d'água e, subsequentemente, com água fria (CARVALHO, 2007).

5. MERCADO DE CERVEJAS

5.1 Cervejas “gourmet/diferenciadas”

Os termos “especial”, “artesanal”, “premium” e “gourmet” são utilizados para caracterizar um produto associado a uma qualidade superior, e vêm sendo relacionados com produções em pequena escala, focadas mais na qualidade do que na quantidade. Resultado de uma tendência relativamente recente, a expansão da procura dos consumidores por esses produtos têm impactado as escolhas estratégicas das empresas. As cervejas especiais são aquelas que apresentam atributos diferentes quando comparadas às cervejas comerciais (STEFENON, 2012).

O número de cervejas artesanais no Brasil vem apresentando um crescimento significativo, aumentando a cada ano o público interessado e o número de pessoas interessadas em fazer seu próprio *blend*, garantindo produtos com características variadas, oferecendo novas experiências de consumo.

Segundo o MAPA, em 2020 o Brasil atingiu a marca de 1.383 cervejarias registradas espalhadas por todas as Unidades Federativas pela primeira vez, com a abertura da primeira cervejaria no estado do Acre. A maior concentração de produtores está na região sul e sudeste, com São Paulo detendo o maior número (285), seguido por Rio Grande do Sul e Minas Gerais (258 e 178, respectivamente).

5.2 Cervejas “Gruit”

A adição de lúpulo à cerveja é um desenvolvimento relativamente “novo”, ascendendo com a *Reinheitsgebot*, ou Lei da Pureza Alemã, promulgada pelo duque Guilherme IV da Baviera, em abril de 1516, que decretou que a cerveja deveria ser fabricada apenas com os ingredientes: água, malte de cevada e lúpulo. Mas séculos antes, o lúpulo era apenas parte do tempero incluído nas receitas de cerveja, e no século VIII, nem sequer era considerado como ingrediente. Nessa época era comum a utilização de uma mistura de ervas, plantas medicinais e especiarias chamada *gruit*, que podia conter alecrim, gengibre, artemísia, aquileia, urze, entre outras matérias-primas, que conferiam as características de aroma e sabor à bebida (SCHUINA, 2018; BLEITNER, 2019; ROHBRAU, 2021).

A palavra *gruit* possui muitos significados no contexto da cerveja, mas a definição que mais se encaixa com o contexto adotado atualmente surgiu no século XIV, onde indicava certa

adição de ervas à cerveja e, com o tempo, a própria cerveja era passou a ser chamada de *gruit* (VERBERG, 2018).

Recentemente, com o aumento do mercado de cervejas artesanais, a fabricação de cervejas sem a utilização do lúpulo voltou a ser aceita, e agora possuindo uma designação própria. De acordo com a Instrução Normativa Nº 65, de 10 de dezembro de 2019, que tem como objetivo estabelecer os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria, a cerveja *gruit* é aquela onde o lúpulo é totalmente substituído por outras ervas, desde que aprovadas para o consumo humano pelo órgão competente

6. ALTERNATIVAS AO LÚPULO

Alguns pesquisadores já procuraram encontrar e avaliar o potencial de algumas ervas para proporcionar à bebida características sensoriais semelhantes ou até mesmo superiores do que quando preparadas com lúpulo. Na tabela abaixo encontra-se um resumo com algumas dessas pesquisas encontradas na literatura:

Tabela 1. Resumo dos autores e objetivos dos seus estudos sobre o uso de ervas para substituição do lúpulo

Autor(es)	Objetivo do estudo	Ervas estudadas
Adenuga, W.; Olaleye, O. N.; Adepoju, P. A (2010)	Substituir o lúpulo comercial por vegetais amargos nigerianos, na produção de cerveja lager e avaliar suas qualidades físicas, químicas e sensoriais	<i>Gongronema latifolium</i> , <i>Vernonia amygdalina</i> e <i>Garcinia kola</i>
Adriano De Pinho Monteiro (2016)	Produção de cervejas especiais adicionadas de extratos solúveis de ervas brasileiras encontradas na região sul e sudeste com propriedades antioxidantes	Carqueja (<i>Baccharis Trimeria</i>), Chapéu de couro (<i>Echinodorus Macrophyllus</i>), Erva-mate tostada (<i>Ilex paraguariensis Saint. Hilaire</i>), Macela (<i>Achyrocline satureioides</i>) e Picão preto (<i>Bidens Pilosa</i>)

Ajebesone, PE, & Aina, JO (2004)	Comparar vegetais amargos com o lúpulo comercial, realizando uma análise aproximada tanto para os vegetais quanto para o lúpulo, com o objetivo de substituir esse insumo por matérias-primas locais.	<i>Grongonema latifolium</i> (Utazi), <i>Vernonia amigdalina</i> (folha amarga), <i>Azadirachta indica</i> (Neem) e <i>Garcinia kola</i> (Bitter Kola)
Carolina Kurebayashi Velloso (2020)	Avaliar o potencial microbiológico, físico-químico e sensorial da carqueja como substituinte do lúpulo, podendo assim utilizar matérias-primas de fácil cultivo no clima tropical brasileiro.	Carqueja (<i>Baccharis</i>)
Clarissa Obem dos Santos (2016)	Elaboração de cerveja com adição de erva-mate (<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.) visando agregar compostos bioativos, características físico-químicas e sensoriais a cerveja a partir da utilização de outras matérias-primas.	Erva-mate (<i>Ilex paraguariensis</i>)
Danilo Leite Pessoa (2018)	Desenvolver uma cerveja do estilo Gruit Beer utilizando uma mistura de ervas, utilizando novos componentes que possam baratear a produção, bem como valorizar insumos regionais	Folha de louro (<i>Laurus nobilis</i>), folha do Juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i>), gengibre (<i>Zingiber officinalis</i>), manjerição (<i>Ocimum basilicum</i>), alecrim (<i>Rosmarinus officinalis</i>), carqueja (<i>Baccharis trimera</i>).
G. N. Aniche; G. U. Uwakwe (1990)	Avaliar o potencial uso de <i>Garcinia kola</i> como substituto de lúpulo na fabricação de cerveja lager por ser uma cultura tropical e pode ser cultivada facilmente na Nigéria, possui um sabor amargo como lúpulo, e ter alguns valores econômicos e medicinais	Orobô (<i>Garcinia kola</i>)

Guilherme Lorencini Schuina (2019)	Produzir uma cerveja artesanal com alcachofra (<i>Cynara scolymus L.</i>) para avaliar uma alternativa viável para a produção de um produto diferenciado e regional.	Alcachofra (<i>Cynara scolymus L.</i>)
Guilherme Lorencini Schuina (2018)	Estudo da possível utilização de espécies nacionais de plantas amargas em substituição ao lúpulo na produção de cerveja artesanal tipo american lager	Carqueja (<i>Baccharis</i>), Quina (<i>Bathysa cuspidata</i>), Alcachofra (<i>Cynara scolymus L.</i>), Pau tenente (<i>Quassia amara L.</i>) e guatambu (<i>A. ramiflorum</i>)
Guilherme Pimpão Cavalcante (2016)	Estudar novas matérias-primas amargas da região Sul do Brasil visando à substituição parcial do lúpulo e o melhoramento das características sensoriais da cerveja Pilsen	Boldo (<i>Peumus boldus</i>), erva-mate (<i>Ilex paraguariensis</i>), losna (<i>Artemisia absinthium</i>), café verde (<i>Coffea arabica</i>)
Mariana Oliveira; Carolina Faber; Manuel Oviedo (2017)	Avaliar a aplicação da erva-mate (<i>I. paraguariensis</i>) como substituto parcial do lúpulo na fabricação de cerveja artesanal visando a obtenção de um produto com característica sensorial distinta.	Erva-mate (<i>Ilex paraguariensis</i>)
Okafor, VN; Obodoeze, JJ (2017)	Avaliar a possibilidade de substituição do lúpulo por plantas nigerianas devido a necessidade de importar esse insumo, que gera um alto valor gasto no setor de importação.	<i>Azadirachta indica</i> (neem), <i>Garcinia kola</i> (bitter cola), <i>Gongronema latifolium</i> (heckel) e <i>Vernonia amygdalina</i> (bitter leaf)
Osmar Santa et. al (2020)	Elaboração de cerveja com adição de alcachofra para obtenção de um produto com atributos sensoriais diferenciados.	Alcachofra (<i>Cynara scolymus L.</i>)

Fonte: Pela autora (2022)

6.1 Erva mate

A erva-mate, planta pertencente à família Aquifoliaceae e ao gênero *Ilex*, é um espécie nativa da América do Sul, principalmente no sul do Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai. Sua folha, comumente usada em infusões e decocções, também pode ser explorada industrialmente, em preparação de refrescos, chás, cosméticos e, atualmente, na formulação de cervejas, já que sua constituição química apresenta compostos como saponinas, metilxantinas e compostos fenólicos, conferindo propriedades nutracêuticas e antioxidantes (SANTOS, 2016; MONTEIRO 2016; VIEIRA, 2008).

Figura 4. Folhas da *Ilex paraguariensis*



Fonte: GERHARDT, 2006.

Alguns constituintes, como metais pesados e os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs), pertencem a uma classe de contaminantes e podem estar presentes no ar, água, solo e alimentos. Isso abre espaço para o desenvolvimento de estudos epidemiológicos sobre a presença desses compostos nas plantas, inclusive na erva-mate. Os PAHs causam malefícios à saúde de seres humanos, pois têm efeito mutagênico e carcinogênico, e podem ser originados da degradação dos compostos e do aquecimento da madeira durante o processo de secagem rápida da erva-mate. O foco desses estudos tem sido o câncer oral, pulmonar, de esôfago, laringe e baço, associados ao consumo de mate, entretanto, não existem estudos em animais que tenham avaliado a toxicidade do extrato aquoso ou do extrato seco de erva mate. Alguns estudos *in vivo* realizados demonstraram que a ingestão de pequenas doses diárias de mate por

indivíduos saudáveis, não ocasionou alterações hematológicas, nos marcadores renais e hepáticos (ANDRADE, 2011).

Em contrapartida, existem estudos, como de DE MEJIA e colaboradores (2005), que demonstraram uma inibição significativa no crescimento de células de linhagem pré-malignas utilizando extratos de *I. paraguariensis*, sugerindo que compostos da erva-mate podem inibir a proliferação de células que causam câncer bucal (BARLETTE, 2011).

Foi publicada, nos EUA, uma Patente de Invenção por Jonnie R. Williams, Robert J. Delorenzo e Harold R. Burton, do potencial inibidor do extrato de erva-mate sobre a monoamina oxidase (MAO). A monoamina oxidase é uma enzima cuja função é degradar monoaminas, que são essenciais à neurotransmissão no sistema nervoso central. Portanto, os inibidores de MAO são úteis para uma variedade de aplicações terapêuticas, tais como o tratamento de depressão, DDA e TDAH, distúrbios emocionais e de humor, doença de Parkinson, entre outros distúrbios (BARBOZA, 2006; REIS, 2012).

Na composição química da *I. paraguariensis* temos: alcalóides como a cafeína, teofilina e teobromina, sais minerais como ferro, magnésio, cálcio e potássio, vitaminas, alguns aminoácidos essenciais, glicídeos, óleos essenciais, taninos, celulose, dextrina e gomas. Segundo FILIP et al. (2000) a erva-mate também é rica em compostos bioativos, como os polifenóis, flavonóides e catequinas, proporcionando um potencial antioxidante ou podendo atuar como anti-radicais livres (BARBOZA, 2005; BARLETTE, 2011).

Os teores desses compostos presentes na erva-mate, entretanto, podem apresentar variações em função do estado evolutivo da planta, época de colheita, características climáticas e do solo, como também em função das etapas de processamento e métodos de extração (BARLETTE, 2011). Em um estudo realizado por Isolabella e colaboradores (2010) verificaram que as concentrações de derivados cafeoil (ácido cafeico, ácidos mono e dicafeoilquínicos), metilxantinas (cafeína e teobromina) e flavonoides (rutina, quercetina e kaempferol) nas folhas verdes de erva-mate eram bem inferiores quando comparadas com as das folhas submetidas a tratamento de sapeco, secagem e envelhecimento (SANTOS, 2016).

A atividade antioxidante da *I. paraguariensis* está relacionada ao conteúdo de compostos fenólicos presentes em sua composição. Os polifenóis constituem cerca de 20% a 30% da composição da erva-mate. São compostos hidrossolúveis e incolores que fazem parte do metabolismo secundário das plantas e possuem influência sobre algumas características sensoriais como cor, sabor, amargor, adstringência e aroma. Os polifenóis também estão associados, juntamente com as saponinas, à redução da lipoproteína de baixa densidade

(colesterol LDL) devido a sua ação inibidora da absorção de colesterol no intestino (BARBOZA; GERHARDT, 2006).

Saponinas são moléculas derivadas de esteróides ou terpenos, com propriedades hemolítica, anti inflamatória, antitumoral, antifúngica, antibacteriana, antimicrobiana, antiviral, entre outras (SPARG et al., 2004; BARLETTE, 2011).

As xantinas ou também conhecidas como metilxantinas, pertencem a uma classe de alcalóides purínicos encontrados em diversas plantas, entre elas a erva-mate. Dentre as xantinas encontradas no mate, encontram-se a teofilina (1,3-dimetilxantina), teobromina (3,7-dimetilxantina) e cafeína (1,3,7- trimetilxantina), sendo essa última encontrada em maior quantidade, atribuindo à erva os efeitos biológicos de depurativo, diurético e estimulante (ANDRADE; BARLETTE, 2011).

Um estudo realizado por OLIVEIRA et al., 2017, apresentou resultados promissores quando usada a erva-mate como substituto parcial do lúpulo na fabricação de cerveja artesanal, demonstrando através de análises físico-químicas realizadas que a erva atua promovendo reações similares ao lúpulo, fazendo com que a bebida possua características semelhantes àquelas produzidas de forma convencional.

Em uma pesquisa realizada por SANTOS, 2016, buscou-se estudar o efeito da adição de erva-mate em diferentes etapas da produção da cerveja e estudar o seu potencial fenólico, antioxidante, características físico-químicas e sensoriais. Sua pesquisa identificou que a adição da erva-mate contribui para a elaboração de cervejas com teores de compostos fenólicos totais e flavonoides totais superiores e uma boa capacidade antioxidante, sem interferir no processo cervejeiro. Observou também que quando adicionada em menores concentrações na etapa de fervura, o uso da erva proporciona um aumento na coloração das bebidas. Já quando ela é adicionada na etapa de maturação, a bebida apresenta valores inferiores de amargor. Se tratando de aspectos sensoriais, as cervejas apresentaram uma boa aceitação pelos consumidores, possuindo cor e sabor diferenciados, sem interferir significativamente no aroma e amargor.

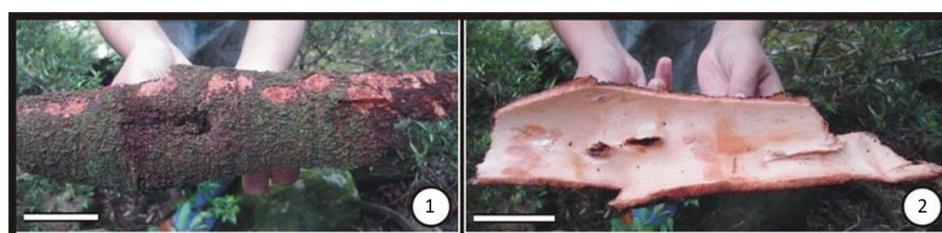
6.2 Quina

Bathysa cuspidata, conhecida popularmente como quina, “quina-do-mato”, “quina-cinzenta” ou “quina- do-piauí” (BRANDÃO et al., 2012; COELHO 2009; COSENZA et al, 2013), é uma espécie arbórea que ocorre naturalmente no Brasil, principalmente nas regiões nordeste e sudeste, na Bolívia e no Peru (FROUFE, 2015).

Segundo Cunha 1973, algumas espécies do gênero *Bathysa*, juntamente com as plantas que possuem cascas de sabor amargo e de coloração avermelhada, amarelada ou acinzentada, são conhecidas como falsas quininas, e podem ser usadas como tônicas ou febrífugas. O que as difere das quininas verdadeiras é não possuir uma porcentagem mínima do quinino prevista pelo código farmacêutico.

Estudos envolvendo a *B. cuspidata* relatam o potencial do uso da casca do caule como tônica, febrífuga, para doenças do estômago, fígado e como cicatrizante (Coelho 2009; Botsaris 2007, Leite et al. 2008).

Figura 5. Aspecto geral da casca do caule de *Bathysa cuspidata* (1 e 2).



Fonte: Adaptado de Coelho 2009.

Quanto ao seu desempenho na substituição ao lúpulo, SCHUINA 2018 observou que as cervejas com uma concentração de quinina $0,1 \text{ gL}^{-1}$ apresentaram boas respostas sensoriais, porém uma elevação nessa concentração resultou em uma menor aceitação em relação a aroma e sabor. A intensidade de amargor foi relatada como “suave” e “suave-moderado”.

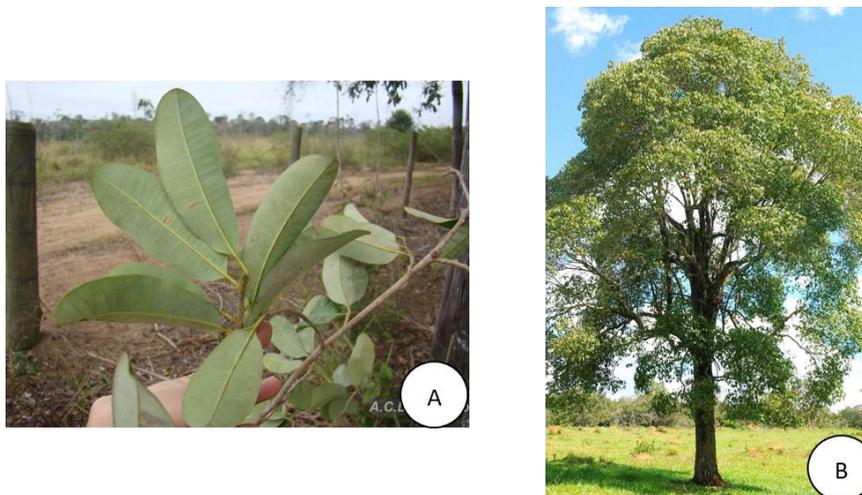
6.3 Guatambu

Guatambu é o nome popular de várias plantas do gênero *Aspidosperma* (*A. australe*, *A. ramiflorum*, *A. polyneuron*, *A. olivaceum*, *A. subincanum*, *A. illustre*), também conhecidas por outros nomes populares, como guatambu amarelo, pau pereira, orelha-de-elefante, pereiro, peroba, peroba-amargosa, entre outros, dependendo da região em que se encontram. É uma planta comumente utilizada no Brasil com finalidade medicinal, sendo associada ao tratamento de reumatismo e diabetes (JÁCOME et al., 2004; ALVES, 2007).

Estudos sobre a composição química dessas espécies, como de BARBOSA et. al (2003), mostraram a presença de alcalóide indólico β -ioimbina no o extrato metanólico das cascas do caule da espécie *Aspidosperma illustre*, considerado eficaz no tratamento de impotência sexual masculina e em tratamento com mulheres diabéticas. Já o estudo de CORNÉLIO et. al. (2005)

sobre a composição química de *A. cylindrocarpon*, mostrou que esta planta possui mais de trinta componentes ativos, como hidrocarbonetos, monoterpenos e sesquiterpenos.

Figura 6. Folha de *Aspidosperma illustre* (A) e árvore de *Aspidosperma cylindrocarpon* (B)



Fonte: Flora e Funga do Brasil, por Ana Carolina Devides Castello. 2018 (A); Árvores do bioma do cerrado (2014) (B).

Quando adicionada na formulação da cerveja, a bebida apresenta um pH abaixo ou bem próximo de 3,5, geralmente encontrado em cervejas ácidas, e um perfil sensorial mais amargo do que as cervejas comerciais, tendo como mais marcantes o gosto ácido e o sabor cítrico.

6.4 Carqueja

As ervas do gênero *Baccharis*, conhecidas como carquejas, estão presentes, em sua grande maioria, na região Sul do Brasil. Possuem mais de cento e vinte espécies, porém apenas cerca de trinta delas foram estudadas, destacando suas atividades antimicrobiana, antiviral, analgésica, anti diabética, gastroprotetora, hepatoprotetora, inseticida, entre outras propriedades farmacológicas, devido ao seu índice de flavonoides, terpenos e outros compostos presentes na planta (SANTOS, 2018; VELLOSO 2020).

Dentre os flavonóides encontrados na carqueja, variando de acordo com a espécie, podemos destacar o canferol, o eriodictol, a quercitina e a eropiacina. E além deles, também

foram isolados outros compostos, como óleos essenciais acetato de carquejol, carquejol, nopineno, α e β cardineno, calameno, diterpenos, ácidos cafeicos, lactonas diterpenicas e estigmasterol (SCHUINA, 2018).

Figura 7. *Baccharis trimera*



Fonte: UFRGS - Flora digital (<http://11nq.com/17Glz>)

Vale ressaltar que o consumo de carqueja não mostrou efeito adverso e/ou tóxico, quando realizado em doses usuais e por períodos não prolongados. A recomendação é apenas que seja evitado seu consumo por gestantes, por provocar uma estimulação do músculo uterino (ALONSO J. R., 1998).

Em estudos como de SCHUINA (2018) e VELLOSO (2020), observou-se o alto poder antioxidante da carqueja, assim como um alto teor de compostos fenólicos totais. Em relação a sua aplicação em cervejas, a diferença em algumas propriedades físico-químicas são perceptíveis entre cervejas elaboradas com uma porcentagem de lúpulo com aquelas contendo apenas carqueja, sendo essa última mais próxima ao padrão físico-químico de cervejas do tipo Lager. Entretanto nenhuma dessas diferenças afetou a aceitação global do produto.

6.5 Zimbros

O Zimbros (*Juniperus communis L*) é uma planta conífera encontrada, principalmente, na zona ártica e temperada do hemisfério norte. Por ser muito resistente, capaz de suportar climas extremos, secas e ventos, é habitual encontrar-lá no interior centro e norte nacional. Possui folhas pontiagudas, flores amareladas e seus frutos, conhecidos como “bagas de zimbros”, possuem sementes com um sabor e aroma característicos e marcantes, há muito tempo usados como agente aromatizante para fins culinários (VELJOVIC, 2011).

Essa semente, de cor azul-preta e sabor adstringente, geralmente é muito amarga para comer crua, então é submetida a um processo de secagem e são esmagadas ou moídas para liberar seu sabor, e então adicionadas à pratos como carnes, sopas, molhos e alimentos em conserva. Já as bagas costumam ser usadas para dar sabor a bebidas alcoólicas, como cerveja e gin (RAINA, 2019).

Figura 8. Frutos (A) e arbusto (B) de *Juniperus communis*



Fonte: ARAPURU, 2021 (A); Notícias de Jardim (B)

As bagas têm sido usadas como remédio por muitas culturas, como diuréticas, anti-sépticas e no tratamento de problemas gastrointestinais. Na medicina popular de diferentes países da Europa, o potencial anti-inflamatório do zimbro foi empiricamente estabelecido e transmitido. Os frutos também têm sido usados associados a tratamento de enxaqueca, artrite reumática e gota, e já foi utilizado como contraceptivo feminino e no tratamento de diabetes (RAINA, 2019).

Em seu experimento, VELJOVIC et. al. (2011), investigou as propriedades sensoriais e antioxidantes de cervejas produzidas com diferentes concentrações de bagas de zimbro. O teor alcoólico foi menor nas cervejas produzidas com as bagas de zimbro, provavelmente devido ao efeito inibitório de alguns compostos da planta sobre as células de levedura, comprometendo a fermentação. Na avaliação do potencial antioxidante, foi quantificado o conteúdo de compostos fenólicos, que além de ser uma das fontes antioxidantes mais importantes na cerveja, têm papéis importantes tanto no sabor quanto na estabilidade coloidal da bebida. Foi observado que nas amostras com adição zimbro, a quantidade total de compostos fenólicos foi significativamente maior do que na amostra controle.

Os resultados da avaliação sensorial deste experimento apresentaram valores médios das notas sensoriais das cervejas de zimbros superiores aos da cerveja controle. A fermentação do mosto com certa proporção de bagas de zimbros originou um produto com uma propriedade sensorial satisfatória e, devido a presença de substâncias amargas na planta, as cervejas foram caracterizadas com um amargor bem arredondado e equilibrado e saboroso. As amostras também foram descritas com uma fragrância agradável, aroma agradável e alta suavidade de sabor, com destaque de frescor e bom retrogosto.

6.6 Alcachofra

Cynara scolymus L., conhecida popularmente como alcachofra, é uma planta da família Asteraceae, de origem do Oriente Médio e trazida ao Brasil por imigrantes europeus. A planta possui uma parte comestível (os bulbos, ou flores), tipicamente utilizada na gastronomia, e as folhas, normalmente utilizada com fins medicinais, como chás ou cápsulas (NOLDIN et al., 2003; SCHUINA, 2019; DALLA SANTA, 2020).

Figura 9. Folhas (A) e flor (B) de *Cynara scolymus*



Fonte: Ceplamt UFMG, 2008 (A). Disponível em: <http://11nq.com/617Cl>; José, 2019 (B). Disponível em: <http://11nq.com/Q3Rna>

Dentre os constituintes químicos principais, podemos citar: polifenóis, principalmente os flavonóides; sesquiterpenos; triterpenos; ácidos alifáticos (cítrico, fumárico, láctico, málico, succínico); enzimas (catalase, oxidase, peroxidases, cinarase, ascorbinase, protease);

carboidratos (inulina); sais minerais; taninos; mucilagens; óleos essenciais (muuroleno, β -selineno, alfa-humuleno, humuleno); pectina; galactosamina e uma série de derivados das antocianina-cianidinas (BOTSARIS, 2013).

Alguns estudos relataram que os extratos de alcachofra apresentam atividades hepatoprotetora, hipolipidêmica, antioxidante, entre outras, devido à presença dos ácidos fenólicos, flavonóides e sesquiterpenos. O ácido monocafeoilquínico, ou cinarina, presente na planta, é relatado como o principal princípio ativo. Os flavonóides obtidos das frações acetato de etila e butanol apresentam várias ações farmacológicas, tais como atividades antibacteriana, antiinflamatória, antioxidante e outras (NOLDIN et al., 2003; SCHUINA, 2018).

Em estudos experimentais, como de SHIMODA (2003), SAMOCHOWIEC (1962) e BROWN JE (1998), foi demonstrado que a alcachofra reduz o colesterol e triglicérides plasmático e previne o desenvolvimento da placa aterosclerótica, sendo que essa última parece estar ligada aos efeitos antioxidantes da alcachofra, que reduz a oxidação e a lipoproteína de baixa densidade (LDL), e também faz a inibição da síntese de colesterol (DALLA SANTA, 2020).

Em seu experimento com o uso de alcachofra como substituto do lúpulo, SCHUINA (2019) verificou que a adição da planta como substituto do lúpulo não pareceu atrapalhar o processo de fermentação e, conseqüentemente, o teor alcoólico não diferiu estatisticamente de forma significativa das amostras padrão. A cerveja adicionada de alcachofra apresentou uma cor mais escura e maior turbidez, que pode ter se dado pela falta da etapa de filtração. A avaliação sensorial desse estudo obteve bons resultados em relação à aceitação global das amostras contendo alcachofra, desde que não sejam usadas em altas concentrações, mostrando que essa substituição é viável.

Em um experimento semelhante, realizado por DALLA SANTA (2020), verificou-se um aumento de compostos fenólicos nas formulações adicionadas de alcachofra, que diferiram significativamente da formulação sem adição de alcachofra, mostrando que essa adição tem potencial para ser utilizada na indústria cervejeira, trazendo características especiais à cerveja, destacando a atividade antioxidante e benefícios à saúde

6.7 Losna

A losna, também conhecida como artemísia, absinto, erva-de-sezões, ou erva-santa, é uma planta da família Asteraceae, amplamente utilizada na medicina tradicional para o

tratamento de distúrbios intestinais ou nervosos. Originária da Europa, Ásia e norte da África, pode ser encontrada também nas Américas do Norte e do Sul, sendo no Brasil mais facilmente encontradas nos estados do destaque nos estados Amazonas, Pará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Goiás, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Esta planta é também empregada na indústria de fabricação de bebidas alcoólicas, especificamente na elaboração da bebida absinto. Suas folhas secas e o seu óleo essencial têm sido tradicionalmente usados como anti helmíntico, anti séptico, antiespasmódico, carminativo, sedativo, estimulante, estomacal e tônico. A *Artemisia absinthium* era usada para dar sabor à cerveja antes do uso comum do lúpulo (CAVALCANTE, 2016; WRIGHT, 2001).

Figura 10. Folhas de *Artemisia absinthium* L.



Fonte: Fitoterapia Brasil. Disponível em: <http://11nq.com/n6v6i>

Em seu experimento, KORDALI et al. (2005) conseguiu avaliar as propriedades antimicrobianas e antifúngicas do óleo essencial da losna. Já Hoang e Rowen (2014) estudaram a artemisinina, uma das principais substâncias presentes na composição química da *Artemisia absinthium*, onde, associada a um programa nutricional abrangente, foi capaz de reduzir, a longo prazo, o número de células cancerígenas nos pacientes tratados com essa substância.

O óleo é constituído basicamente por terpenos, como monoterpenos e sesquiterpenos. Dentre os sesquiterpenos, o α -humuleno é um dos principais responsáveis pelo aroma de lúpulo na cerveja. O α -pineno, também presente na planta, é um monoterpeno comumente utilizado na indústria de perfumes, por possuir uma carga aromática bem agradável. Devido a presença desses compostos, a losna pode contribuir para o sabor e aroma da cerveja (BLAGOJEVIC et al., 2006).

Em seu experimento sobre a adição de matérias-primas amargas na produção de cerveja, CAVALVANTE (2016) propôs uma formulação misturando losna e lúpulo, obtendo resultados de análise sensorial de que essa mistura agradou ao paladar dos julgadores, apresentando valores satisfatórios para os parâmetros aparência, aroma, sabor, amargor e cor.

7. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O aumento da procura por produtos diferenciados impulsionou o mercado cervejeiro, e a busca por novas experiências sensoriais trouxe a necessidade de explorar novos ingredientes. Aliado a isso, a dificuldade de cultivo do lúpulo no clima tropical brasileiro, e o alto valor agregado nesse insumo, torna ainda mais viável a substituição desse produto por ervas cultivadas no país.

Os estudos apresentados neste trabalho mostram que plantas com as mesmas características químicas e sensoriais podem desempenhar o papel do lúpulo na produção da cerveja, trazendo o amargor, capacidade antioxidante e características físico-químicas necessárias para produção de uma bebida.

Com base nos resultados dos experimentos, conclui-se que é possível a elaboração de uma cerveja sem adição de lúpulo, apenas com outra erva em sua composição. Os estudos realizados com erva-mate, quina, guatambu, zimbro e losna apresentaram resultados promissores quanto a aceitação de bebidas preparadas com substituição parcial do lúpulo por essas ervas. Com ajustes e melhorias dessas formulações, essa substituição pode ser total. Já a carqueja e a alcachofra demonstram um potencial para substituir totalmente o lúpulo na formulação, apresentando características semelhantes a cervejas do tipo *Lager*.

Com base nesses estudos, percebe-se que é possível buscar novas matérias-primas visando à substituição do lúpulo e o melhoramento das características sensoriais da cerveja, agregando também uma vantagem econômica, já que a redução de custo é notável. Diversas ervas provenientes do Brasil possuem um perfil químico similar ao do óleo do lúpulo, possibilitando essa modificação na formulação. Contudo, ainda são necessários mais estudos a fim de determinar uma proporção ótima dessas ervas e, assim, melhorar a aceitação sensorial dessa cerveja, já que a substituição do lúpulo por essas matérias primas não causam prejuízo às características físico-químicas da cerveja, mas altas concentrações tendem a causar rejeição sensorial das amostras.

8. REFERÊNCIAS

ADENUGA, W.; OLALEYE, O. N.; ADEPOJU, P. A. Utilization of bitter vegetable leaves (*Gongronema latifolium*, *Vernonia amygdalina*) and *Garcinia kola* extracts as substitutes for hops in sorghum beer production. *African Journal of Biotechnology*, v. 9, n. 51, p. 8819–8823, 2010.

AJEBESONE, PE; AINA, JO. Potenciais substitutos africanos para o lúpulo na fabricação de cerveja tropical. *Journal of Food Technology in Africa*, v. 9, n. 1, pág. 13-16, 2004.

ALMEIDA, Paolla Lorryne Maciel Rodrigues et al. Estudo da síntese de um análogo de alfa-ácido presente em lúpulo e correlação do comportamento eletroanalítico com o amargor da cerveja. 2019.

ALONSO J. R. Tratado de fitomedicina: bases clínicas y farmacológicas. Buenos Aires: ISIS, 1998.

ALTINO, H. O. N. et al. Operações unitárias aplicadas a produção de cerveja artesanal. *CENAR*, v. 1, n. 1, p. 1–4, 2015.

ALVES, Nilda Maria. Estudo farmacognóstico e da toxicidade experimental (aguda e subaguda) do extrato etanólico da casca do guatambu (*Aspidosperma subincanum* Mart.). 2007.

ALVES, Nilda Maria. Estudo farmacognóstico e da toxicidade experimental (aguda e subaguda) do extrato etanólico da casca do guatambu (*Aspidosperma subincanum* Mart.). 2007.

ANDRADE, Fernanda de et al. Estudo toxicológico e análise da estabilidade térmica do extrato nebulizado de erva mate. 2011. Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

ANICHE, G. N.; UWAKWE, G. U. Potential use of *Garcinia kola* as hop substitute in lager beer brewing. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 6, p. 323–327, 1990.

ARAPURU. 10 benefícios do zimbro para sua saúde e 1 receita de drink!. 2021. Disponível em: <<https://arapuru.com.br/beneficios-do-zimbro/>>. Acesso em: 18 de julho de 2022.

ÁRVORES DO BIOMA DO CERRADO. *Aspidosperma cylindrocarpon* Muell.Arg. Disponível em: <<http://11nq.com/81V4o>>. Acesso em: 1 de julho de 2022.

BARBOSA, L. F.; VIEIRA, I. J. C.; MATHIAS, L.; BRAZ-FILHO, R.; UCHOA, D. Estudo Fitoquímico de *Aspidosperma illustre* (Apocynaceae). In: 26ª Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Química, 26, 2003.

BARBOSA, Samara Jéssica et al. Cerveja artesanal de alta fermentação adicionada de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*).

BARBOZA, Liane Maria Vargas. Desenvolvimento de bebida à base de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) adicionada de fibra alimentar. 2006.

BARLETTE, Adriana Gregory. Avaliação química e biológica do extrato hidroetanólico de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). 2011.

BLEITNER, Dave. *Brewing with Bittering Herbs*. Publicado em: 9 de outubro de 2019. Disponível em: <<https://11nq.com/FwMoh>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2022.

BORA, Kundan Singh; SHARMA, Anupam. The genus *Artemisia*: a comprehensive review. *Pharmaceutical Biology*, v. 49, n. 1, p. 101-109, 2011.

BORTOLI, D. A. DA S. et al. Leveduras e produção de cervejas - Revisão. *Bioenergia em revista: diálogos*, v. 3, n. 1, p. 45–58, 2013.

BOTSARIS AS. Plants used traditionally to treat malaria in Brazil: the archives of *Flora Medicinal*. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 3, Article number: 18. 2007.

BOTSARIS, AS et al. *Cynara scolymus* L. (Alcachofra). 2013.

BROWN JE, Rice-Evans CA. Luteolin-rich artichoke extract protects low density lipoprotein from oxidation in vitro. *Free Radic Res.* 1998.

CARVALHO, Giovani Brandão Mafra de. Obtenção de cerveja usando banana como adjunto e aromatizante. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2009

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

CAVALCANTE, GUILHERME PIMPÃO. Produção de cerveja Pilsen com adição de diferentes matérias-primas amargas da região Sul do Brasil. 2016. 89 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Química - Mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava - PR.

COELHO, Victor Peçanha de Miranda. Anatomia do caule (casca e lenho), da folha e coléter de *Bathysa cuspidata* (St. Hil.) Hook. f.(RUBIACEAE). 2009.

CORNÉLIO, M. L.; LAGO, J. H. G.; MORENO, P. R. H. Volatile Oil Composition of *Aspidosperma cylindrocarpon* Muell. Arg. Leaves. *Journal of Essential Oil Research.*, v.17, n.3, p. 310-311, 2005.

CUNHA, N. S. 1937. Uma perícia farmacognóstica e falsas quinas do Brasil. *Rev. da Associação brasileira de farmacêuticos R. J.* 18(4): 156-168.

DALLA SANTA, Osmar Roberto et al. Elaboração de cerveja com adição de alcachofra. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 9, p. 72918-72928, 2020.

DE ANDRADE, CLÁUDIO MARCELO. Obtenção de chope utilizando arroz preto (*Oryza sativa*) como adjunto de malte. 2007.

DIAS, Jéssica. Desenvolvimento e avaliação de uma cerveja contendo chá amargo como substituinte de 50% de lúpulo. Monografia (Bacharelado em Engenharia Bioquímica) – Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, 2014.

DUTRA, Fabiana Lemos Goularte. Compostos fenólicos e metilxantinas em erva-mate armazenada em sistemas de estacionamento natural e acelerado. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Árvore do conhecimento: Cevada. Euclides Minella. Brasília, DF, 2022.

FILIP R.; LOTITO S.B.; FERRARO G.; FRAGA C.G. Antioxidant activity of *Ilex paraguariensis* and related species. *Nutrition Research*, 20:1437–1446, 2000.

FILLAUDEAU, L. et al. Investigation of rotating and vibrating filtration for clarification of rough beer. *Journal of Food Engineering*, v. 80, n. 1, p. 206–217, 2007.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. *Aspidosperma illustre* (Vell.) Kuhl. & Pirajá. Disponível em: < <http://11nq.com/3R6rY> >. Acesso em: 1 de julho de 2022.

FROUFE, LCM. Caracterização anatômica do lenho de *Bathysa cuspidata* (A. St.-Hil.) Hook. F. ex. K. Schum. (Rubiaceae) no domínio da Mata Atlântica. 2015.

GERHARDT, Marcos et al. História ambiental da erva-mate. 2006.

GERMANO FILHO, Pedro. Estudos taxonômicos do gênero *Bathysa* C. Presl (Rubiaceae, Rondeletieae), no Brasil. *Rodriguésia*, v. 50, p. 49-75, 1998.

GONÇALVES, Ana C. et al. Zimbro (*Juniperus communis* L.) as a Promising Source of Bioactive Compounds and Biomedical Activities: A Review on Recent Trends. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 23, n. 6, p. 3197, 2022.

GONZALEZ DE MEJIA, Elvira et al. Efeito do chá de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) na inibição da topoisomerase e proliferação de células de carcinoma oral. *Revista de química agrícola e alimentar*, v. 53, n. 6, pág. 1966-1973, 2005.

HEIDEN, Gustavo et al. Comercialização de carqueja por ervateiros da zona central de Pelotas, Rio Grande do Sul. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 6, n. 2, p. 50-57, 2006.

ISOLABELLA, S. et al. Study of the bioactive compounds variation during yerba mate (*Ilex paraguariensis*) processing. *Food Chemistry*, v. 122, n. 3, p. 695-699, 2010.

JÁCOME, Rose Lisieux R. Paiva et al. Estudo químico e perfil cromatográfico das cascas de *Aspidosperma parvifolium* A. DC. ("pau-pereira"). *Química Nova*, v. 27, p. 897-900, 2004.

KORDALI, Saban et al. Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia dracunculus* and of the antifungal and antibacterial activities of Turkish *Artemisia absinthium*, *A. dracunculus*, *Artemisia santonicum*, and *Artemisia spicigera* essential oils. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 53, n. 24, p. 9452-9458, 2005.

LEITE JPV, FERNANDES JM, FÁVARO LB, GONTIJO DC, MAROTTA CPB, SIQUEIRA LC, MAIA RT e GARCIA FCP. Plantas medicinais do entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro. *MG BIOTA* 1(4): 16-34. 2008.

LEMOS JÚNIOR, H. P.; LEMOS, A. L. A. Alcachofra. *Diagn Tratamento*, v.17, n. 2, p. 59-61, 2012.

MARTINS, S. M. Como fabricar cerveja. 2. ed. Sao Paulo: Icone, 1991.

MATOS, Ricardo R. Augusto A. Grasel G. et al. Cerveja: panorama do mercado, produção artesanal, e avaliação de aceitação e preferência. 2011.

MAYE, John Paul; SMITH, Robert. Dry hopping and its effects on the international bitterness unit test and beer bitterness. *Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am*, v. 53, p. 134-136, 2016.

MCGOVERN, P. E. et al. Fermented beverages of pre- and proto-historic China. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2004.

MIRAJ, Sepideh; KIANI, Sadegh. Estudo dos efeitos terapêuticos de *Cynara scolymus* L.: Uma revisão. *Der Pharmacia Lettre*, v. 8, n. 9, pág. 168-173, 2016.

MIRANDA, Tainah Oliveira. Produção de cerveja artesanal com diferentes adjuntos. 2017.

MONTEIRO, Adriano de Pinho. Produção de cervejas especiais adicionadas de extratos solúveis de ervas nativas com propriedades antioxidantes. 2016.

NETO, Germano Guarim. O saber tradicional pantaneiro: as plantas medicinais e a educação ambiental. REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 17, 2006.

NOLDIN, Vânia Floriani et al. Composição química e atividades biológicas das folhas de *Cynara scolymus* L.(alcachofra) cultivada no Brasil. Química nova , v. 26, p. 331-334, 2003.

NOTÍCIAS DE JARDIM. Cuidados com a planta *Juniperus chinensis* ou zimbro chinês. 2020. Disponível em: <<https://11nq.com/6FsWe>>. Acesso em: 18 de julho de 2022.

OKAFOR, Vincent Nwalieji; OBODOEZE, Joseph Jideofor. Avaliação comparativa de constituintes fitoquímicos, características de amargor e teor de óleo essencial de extratos de quatro plantas nigerianas como potenciais substitutos do extrato isomerizado de lúpulo na fabricação de cerveja. Revista de Pesquisa Química , v. 2, n. 4, pág. 16-21, 2017.

OLIVEIRA, Mariana; FABER, Carolina Rocha; PLATA-OVIEDO, Manuel Salvador Vicente. A erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) como substituto parcial do lúpulo amargor na fabricação de cerveja artesanal. Brazilian Journal of Food Research, v. 8, n. 4, p. 1-12, 2017.

PESSOA, Danilo Leite. Produção de Cerveja do Estilo Gruit Beer Usando Ervas. 2018.

Por que monitorar a qualidade da água na indústria de cerveja? Micro Ambiental, 2021. Disponível em: <<https://11nq.com/MwsfH>>. Acesso em: 21 fevereiro de 2022.

RAINA, Rajinder et al. Potencial de *Juniperus communis* L como nutracêutico em medicina humana e veterinária. Heliyon , v. 5, n. 8, pág. e02376, 2019.

RAMIREZ-MARES M.V.; CHANDRA S.; DE MEJIA E.G. In vitro chemopreventive activity of *Camellia sinensis*, *Ilex paraguariensis* and *Ardisia compressa* tea extracts and selected polyphenols. Mutation Research. 554:53- 65, 2004.

REIS, Telma Carina Tomé dos. Avaliação biológica de inibidores da monoamina oxidase A e B: síntese de análogos promissores. 2012. Tese de Doutorado.

ROHBRAU. O que de fato é a Lei da Pureza Alemã (Reinheitsgebot)?. Disponível em: <<http://11nq.com/XJerf>>. Publicado em: 22 de novembro de 2021. Acesso em: 17 de maio de 2022.

SAMOCHOWIEC L. The action of herbs and roots of artichokes (*Cynaranscolymus*) and cardoons (*Cynara cardunculus*) on the development of experimental atherosclerosis in white rats. *Dissertationes Pharmaceutica*. 1962.

SANTOS, Clarissa Obem dos et al. Elaboração de cerveja com adição de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.): qualidade físico-química e sensorial. 2016.

SANTOS, Claudio Donato de Oliveira. Avaliação do emprego do arroz preto (*Oryza sativa* L.) submetido a hidrólise enzimática como adjunto na fabricação de cerveja. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2011.

SANTOS, S. R. et al. Toxicological and phytochemical studies of *Aspidosperma subincanum* Mart. stem bark (Guatambu). *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 64, n. 12, p. 836-839, 2009.

SANTOS, Vanessa Maria Ferreira dos. Caracterização da fração terpênica volátil de amostras de carqueja amarga (*Baccharis trimera*). Trabalho de Conclusão de Curso. 2018.

SCHUINA, Guilherme Lorencini et al. Alternative production of craft lager beers using artichoke (*Cynara scolymus* L.) as a hops substitute. *Food Science and Technology*, v. 40, p. 157-161, 2019.

SCHUINA, Guilherme Lorencini. Utilização de plantas amargas em substituição ao lúpulo na produção de cerveja artesanal tipo american lager. 2018.

SHIMODA H, Ninomiya K, Nishida N, et al. Anti-hyperlipidemic sesquiterpenes and new sesquiterpene glycosides from the leaves of artichoke (*Cynara scolymus* L.): structure requirement and mode of action. *Bioorg Med Chem Lett*. 2003.

SILVA, A. E. da; Colpo, E.; Oliveira, V. R. De; Herbst Junior C. G.; Hecktheuer, L. H. R.; Reicher, F. S. Elaboração de cerveja com diferentes teores alcoólicos através de processo artesanal. *Alim. Nutr., Araraquara* v.20, n.3, p. 369-374, jul./set. 2009.

SILVA, Cauan Gomes Ferreira; JÚNIOR, Juvêncio Bezerra Loiola. Crescimento do mercado de cervejas artesanais no brasil. *Revista Científica e-Locução*, v. 1, n. 20, p. 20-20, 2021.

SILVA, Natany Kellen da et al. Produção e análise sensorial de cerveja artesanal utilizando erva mate. 2016.

SPARG S.G.; LIGHAT M.E.; VAN STADEN J. Biological activities and distribution of plant saponins. *Journal of Ethnopharmacology*. 94(2-3):219-243, 2004.

STEFENON, Rafael. Vantagens competitivas sustentáveis na indústria cervejeira: o caso das cervejas especiais. *Revista Capital Científico-Eletrônica (RCCe)*-ISSN 2177-4153, v. 10, n. 1, 2012.

VELJOVIC, M. et al. Propriedades sensoriais e antioxidantes da cerveja com *Juniperus communis* L. In: *Full Proceedings of 11th International Congress on Engineering and Food*. 2011.

VELLOSO, Carolina Kurebayashi. Avaliação do processo cervejeiro com a substituição parcial e total do lúpulo por carqueja. 2020.

VENTURINI FILHO, W. G. *Bebidas alcoólicas : ciência e tecnologia*. – 2. ed– São Paulo: Blucher, 2016. 576 p.

VERBERG, Susan. “The Rise and Fall of Gruit”. *Brewery History*, v. 174, p. 46-79, 2018.

VIEIRA, Manoela A. et al. Chemical characterization of candy made of erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) residue. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 56, n. 12, p. 4637-4642, 2008.

WILLIAMS, J. R.; DELORENZO, R. J.; BURTON, H. R. Monoamine oxidase (MAO) inhibitors and uses thereof. Int.Cl. A61K 035/78. U.S. n. 6,929,811. 16 August 2005.

WRIGHT, Colin W. *Artemisia*. Imprensa CRC, 2001.

YOUNG, Thomas W. Beer: Alcoholic beverage. *Encyclopædia Britannica, Inc.* Disponível em: <<https://www.britannica.com/topic/beer/Types-of-beer>>. Acesso em: 15 de julho de 2022.