

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**ISABELLA RODRIGUES NUNES
MARIA EDUARDA VIEIRA HOLTZ**

**PRODUÇÃO E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJA ARTESANAL COM
ADJUNTOS ALTERNATIVOS: UTILIZANDO COGUMELOS.**

**PONTA GROSSA
2023**

**ISABELLA RODRIGUES NUNES
MARIA EDUARDA VIEIRA HOLTZ**

**PRODUÇÃO E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJA ARTESANAL COM
ADJUNTOS ALTERNATIVOS: UTILIZANDO COGUMELOS.**

**Production and analysis physicochemical of craft beer with alternative
adjuncts: using mushrooms**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Química da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Luis Alberto Chavez Ayala.

PONTA GROSSA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**ISABELLA RODRIGUES NUNES
MARIA EDUARDA VIEIRA HOLTZ**

**PRODUÇÃO E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJA ARTESANAL COM
ADJUNTOS ALTERNATIVOS: UTILIZANDO COGUMELOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Química da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 27/novembro/2023

Luis Alberto Chavez Ayala
Mestre em Tecnologia de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Thiago Peixoto de Araújo
Doutor em Engenharia Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Luciano Moro Tozetto
Mestre em Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**PONTA GROSSA
2023**

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer nosso orientador Professor Luis Alberto Chavez Ayala por todo suporte e acompanhamento nesse ano de produção e pesquisa, nos orientado para que no final pudéssemos entregar uma boa avaliação.

Aos professores, que durante toda nossa trajetória dentro da universidade não mediram esforços para nos ensinar e nos ajudaram na nossa formação pessoal e profissional, também agradecer aqueles que nos emprestaram equipamentos e nos ajudaram com metodologias e também aos que aceitaram estar presente nessa banca avaliadora.

Aos nossos amigos, que nos deram muito apoio em todos os momentos, trouxeram ideias e até participaram de algumas etapas como a produção da cerveja e realização de algumas análises, sem eles, não conseguiríamos terminar essa pesquisa dentro do tempo.

Aos nossos familiares, por todo carinho, suporte e confiança no nosso trabalho, que entenderam algumas ausências dentro desse tempo, mas que sabem que tudo foi por um propósito maior.

A nossa dupla, por todos esses anos de universidade, apoio e companheirismo e pela compreensão de entender a realidade de cada uma e dos tempos de entrega individual, pelas inúmeras reuniões formais e informais de alinhamento e por ser o porto seguro uma da outra dentre os obstáculos que encontramos no caminho.

Por último, mas não menos importante, a Deus, por nos permitir estar aqui hoje com saúde, perseverança e muita felicidade pelas nossas conquistas e nos guiando pelo melhor caminho e ajudando a passar pelas adversidades.

RESUMO

O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de cerveja no mundo, dando cada vez mais espaço para o mercado da cerveja artesanal, quando variamos a receita podemos aumentar o leque de opções, buscando expandir a aceitação do paladar cervejeiro. Com isso, vemos que a utilização de adjuntos na fabricação de cerveja pode agregar valor ao produto final, sem ter grandes interferências no seu processo produtivo convencional. O cogumelo foi o adjunto escolhido, sendo ele um ingrediente não convencional. Dentre os disponíveis foi testado os cogumelos Shitake, Shimeji e Funghi sendo o Funghi escolhido para dar continuidade nas análises físico químicas, pois mesmo com concentração de 3,57% se tornou o mais viável. A cerveja foi produzida dentro dos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, onde também foram realizados alguns testes juntamente com uma cervejaria externa. A cerveja com adjunto apresentou um grande potencial, pois tiveram valores muito próximos a cerveja controle que foi produzida, podendo ser comparado o teor alcoólico (4,88% v/v), grau de amargor (27,65 IBU), coloração (38,125 EBC), fenólicos totais (131,44 mg EAG/L) e ação antioxidante (243,13 mg EAA/L), além disso, também foi feita uma degustação guiada, a qual mostrou as opiniões sensoriais, levando a cerveja com Funghi e a controle a terem maiores aprovações.

Palavras-chave: funghi; características sensoriais; atividade antioxidante; malte; cerveja saudável.

ABSTRACT

Brazil is among the largest producers and consumers of beer in the world, giving more and more space to the craft beer market. When we vary the recipe, we can increase the range of options, seeking to expand the acceptance of the brewer's palate. With this in mind, we can see that the use of adjuncts in brewing can add value to the final product, without having major interferences in its conventional production process. Mushroom was the chosen adjunct, being an unconventional ingredient. Among those available, Shitake, Shimeji and Funghi mushrooms were tested, with Funghi being chosen to continue the physical-chemical analysis, as even with a concentration of 3.57% it became the most viable. The beer was produced in the laboratories of the Federal Technological University of Paraná, where some tests were also carried out with an external brewery. The beer with adjunct showed great potential, as it presented values very close to the control beer that was produced, and the alcohol content (4.88% v/v), degree of bitterness (27.65 IBU), color (38.125 EBC), total phenolics (131.44 mg EAG/L) and antioxidant action (243.13 mg EAA/L) could be compared. In addition, a guided tasting was also carried out, which showed the sensory opinions, leading the beer with Funghi and the control to have higher approvals.

Keywords: funghi; sensory characteristics; antioxidant activity; malt; healthy beer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Roda de Malte	19
Figura 2 Cores e Estilos de Cervejas	24
Figura 3 Escala de IBU.....	25
Figura 4 Fluxograma do processo produtivo	44
Figura 5 Amostras da cerveja artesanal realizada para análises	45
Figura 6 Cervejas descarbonatando.....	46
Figura 7 Amostras no shake para realizar descarbonatação	48
Figura 8 Amostra pronta para realização da leitura no espectrômetro	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Representação das cervejas artesanais elaboradas para estudo	42
Tabela 2 Resultados de cor	51
Tabela 3 Resultados dos parâmetros para cerveja controle e G4	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Teor dos compostos fenólicos.....	26
---	-----------

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1 MATÉRIA-PRIMA	16
3.1.1 ÁGUA	16
3.1.2 MALTE	17
3.1.3 LÚPULO	19
3.1.4 LEVEDURA	21
3.1.5 PARÂMETROS	23
3.2 PROCESSO PRODUTIVO.....	27
3.2.1 MALTEAÇÃO	27
3.2.2 MOAGEM	28
3.2.3 MOSTURA	28
3.2.4 FILTRAÇÃO OU CLARIFICAÇÃO	29
3.2.5 FERVURA	30
3.2.6 LUPULAÇÃO.....	31
3.2.7 SEPARAÇÃO DO TRUB QUENTE OU WHIRLPOOL	33
3.2.8 RESFRIAMENTO	33
3.2.9 FERMENTAÇÃO.....	34
3.2.10 MATURAÇÃO	35
3.2.11 ENVASE.....	36
3.3 ADJUNTO	37
3.3.1 COGUMELO	38
4 MATERIAIS E MÉTODOS	42
4.1 MÉTODOS	45
4.1.1 DEGUSTAÇÃO DIRIGIDA	45
4.1.2 DESCARBONATAÇÃO	46
4.1.3 ANÁLISE DE ÁLCOOL.....	46
4.1.3 ANÁLISE DE pH.....	47
4.1.4 DETERMINAÇÃO DA COR.....	47

4.1.5 DETERMINAÇÃO DO AMARGOR.....	47
4.1.6 ANÁLISES DE ANTIOXIDANTES	48
4.1.8 DETERMINAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (CFT)	49
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
6 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

Ceres, a deusa da colheita e agricultura foi quem trouxe a inspiração para o nome “cerveja”, cuja palavra vem do gaulês “cervesia”, que sempre consistiu em uma bebida alcoólica fermentada, porém, a cerveja foi se modificando conforme a cultura de cada povo e o que eles tinham disponível para sua fabricação (OPA BIER, c2023).

No Brasil, a bebida chegou por meados do século XVII junto com a colonização holandesa, mas teve seu desenvolvimento interrompido no mesmo século por conta do contexto histórico, a produção e o consumo da bebida só retornaram ao Brasil por volta do século XIX com a vinda dos europeus e ingleses. (GIORGI, Victor, 2015).

Sua produção tem influência de vários povos, atualmente temos diversos tipos, sabores e classificação de cerveja, ultrapassando o número de 150, mas se concentrando em três grandes “famílias”, sendo elas: Lager (baixa fermentação), Ale (alta fermentação) e Lambic (fermentação espontânea). (OPA BIER, c2023)

A cerveja artesanal é caracterizada pela produção em menor escala, utilizando ingredientes de alta qualidade e sem adição de conservantes. Em 2010, quando houve um aumento na produção de cerveja no Brasil, devido a um aumento expressivo do número de cervejarias registradas no MAPA (FUNCK, Vagner Mateus, 2022), as pesquisas sobre os tipos artesanais cresceram com grande relevância, buscando as mais diversas formas de criar novos produtos, realizar melhorias e ficar com o mercado em alta a partir dos aperfeiçoamentos. (CARVALHO, Breno, 2022)

O Brasil é o terceiro maior polo cervejeiro do mundo, ficando atrás da China e Estados Unidos, que teve grande influência no crescimento do mercado cervejeiro em nosso país. Economicamente o ramo representa 2% do PIB brasileiro com um faturamento de R\$ 77 bilhões e vem crescendo exponencialmente, com a expectativa de atingir uma maturidade e procuram por mercados emergentes como o Oriente Médio (SEBRAE, 2018).

A busca por uma vida cada vez mais saudável também é uma realidade crescente do Brasil. Segundo o site Estado de Minas (MARINA, 2022):

“A busca por bem-estar e saúde será uma prioridade mundial em 2022, e no Brasil não será diferente. É o que revela a Pesquisa Global de Sentimento do Consumidor, realizada pela WW, reconhecida globalmente por seu

programa de perda de peso, em parceria com o Instituto Kantar, que ouviu 14.506 pessoas, entre 18 e 69 anos, em 15 países (Marina, 2022).”

Pensando por este lado, a indústria alimentícia começou a procurar formas de deixar seu produto mais saudável ou pelo menos criar uma linha com essas especificações, e não foi diferente com as cervejas artesanais.

Desta forma, a possibilidade de ter a cerveja como uma bebida inclusa no dia a dia da sociedade brasileira de maneira mais saudável começou a ser estudada, pensando naqueles consumidores que tem tanto apreço pelo produto e por qualidade de vida. Buscando diminuir o aspecto cultural de “vilã” da cerveja na rotina da sociedade brasileira, visto que é o produto altamente consumido.

Para construirmos um pensamento melhor sobre essa bebida fermentada, precisamos também nos atentar a legislação brasileira e o que ela impõe para que esse produto possa ir para as prateleiras. No Brasil, temos a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), que segundo o site do Governo (Brasil, c2023), intitula o órgão como: “Na área de alimentos, a Anvisa coordena, supervisiona e controla as atividades de registro, inspeção, fiscalização e controle de riscos, sendo responsável por estabelecer normas e padrões de qualidade e identidade a serem observados” (Brasil, c2023).

Integrar novos produtos na produção de cerveja artesanal tem isso um interesse crescente devido à diversa possibilidade sensorial e valor nutricional à bebida. A inclusão dos cogumelos, ricos em nutrientes como vitaminas, minerais e antioxidantes, oferece uma dimensão sensorial única, proporcionando aromas, sabores sutis e, em alguns casos, propriedades funcionais à cerveja. Além disso, os cogumelos podem atuar como agentes de fermentação ou aditivos, contribuindo para o perfil de sabor e textura da cerveja. A investigação dessa integração na produção cervejeira não apenas promove a inovação e diversificação de produtos, mas também representa um campo promissor para a engenharia, visando otimização de processos e qualidade final do produto.

1.1 JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa se dedica à exploração do universo das cervejas artesanais e inserção de adjuntos, com um foco especial na utilização do cogumelo *funghi* como um dos ingredientes. Abordamos não apenas a história e a evolução cultural dessa bebida, mas também sua ampla diversidade de estilos, influências e a

ascensão do mercado cervejeiro artesanal. Além disso, aprofundamos as análises sobre a legislação, padrões de qualidade e os processos de produção, ressaltando particularmente a singularidade do cogumelo funghi como um dos elementos-chave na elaboração dessa cerveja. Esta investigação destaca a integração desse ingrediente especial e suas nuances na fabricação de cervejas artesanais, revelando os potenciais benefícios e desafios associados a essa prática.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o uso de diferentes tipos de cogumelo como adjuntos para a receita de produção de cerveja artesanal.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar diferentes tipos e concentrações de cogumelo como adjunto;
- Analisar possíveis mudanças na qualidade da cerveja já comercializada para a produzida com cogumelos, utilizando uma base de controle para seguir os parâmetros;
- Desenvolver novas alternativas de adjuntos para a cerveja artesanal, buscando diversificar o produto final com outras matérias primas e seguindo o processo de produção tradicional.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 MATÉRIA-PRIMA

Quando se é perguntado ao público cervejeiro quais são as principais matérias primas para elaboração da cerveja, elas sempre estão na ponta da língua: malte, lúpulo e água, principalmente; mas sabemos que ainda há adição de microrganismos fermentadores e os adjuntos que também seguem a legislação.

Todos os insumos utilizados seguem as recomendações de cultivo da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) segundo suas regiões de produção. E para que sejam sempre bem aproveitados durante o processo de produção seguem as especificações de cada receita e operações unitárias para a garantia de qualidade.

No BRASIL. Decreto nº 9.902, em julho de 2019, artigo 36 da atual legislação, temos que:

“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 poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro.” (Brasil, 2019).

Para entender a funcionalidade de cada matéria prima presente na cerveja, foi explicado nos seguintes tópicos.

3.1.1 ÁGUA

A água é a matéria prima em maior quantidade na formulação da cerveja, por isso, é necessário entender a sua ação e reação com outros componentes, uma vez que ela não é utilizada direto de sua fonte natural. Até chegar às cervejarias, elas passam por processos, que podem modificar suas composições, uma vez que ela precisa se tornar potável para ser distribuída, ou seja: incolor, pura, inodora (sem cheiro), límpida, potável, com minerais e livre de patógenos (WUNDERLICH, 2009).

Com mais de 90% de água em sua caracterização, a busca por tratamentos desse elemento se tornou algo importante para o processo, pois por conta dos sais presentes um parâmetro indesejado ou inesperado pode acabar por modificar o resultado final do produto.

Uma água que contém sais minerais em excesso promove um pH mais alcalino e levam a cerveja a ter uma coloração mais escura, devido às reações que ela promove, diminuindo a formação de açúcares e aumentando a solubilização das substâncias amargas presente no lúpulo, assim como uma lenta degradação das proteínas. Já o processo contrário, ou seja, a baixa de sais, leva a cerveja a ter um pH mais ácido, melhorando e aumentando a formação de açúcares a degradação das proteínas e diminuindo a solubilização das substâncias amargas do lúpulo, resultando assim em uma cerveja com coloração mais clara (SOUZA, 2016 apud ANDRADE, 2019).

Uma vez entendido a importância dos sais minerais e como eles influenciam no produto final, as águas com maiores teores de sais são boas para a produção de cervejas mais amargas, como as Stouts. Já quando apresenta menores teores de sais e como explicado, menor amargor, é recomendável para a fabricação de cervejas do tipo Pilsen e algumas Lager (ÁGUA SANTA RITA, 2021).

Temos o Cálcio e o Zinco que são sais específicos, que uma vez presentes na água também podem interferir no resultado final, pois quando em grandes quantidades resultam em problemas na fermentação, por conta de serem responsáveis pelos nutrientes e crescimento das leveduras, respectivamente. Já o Magnésio, Sódio, Sulfatos e Bicarbonatos alteram o sabor da cerveja (quase sempre deixando o amargor indesejado), além da grande maioria alterar o pH (CENTRAL BREW, c2023).

Além de participar da fabricação, fermentação e maturação, compondo a maior parte do produto final, a água também é usada na filtração, higienização e engarrafamento. Para isso, a indústria cervejeira divide a água em duas grandes atuações: o Mash, que é a água de fabricação, ou seja, é a que vai fazer parte do produto, também pode ser chamada de água de fabricação ou mosturação. Também temos o Sparging, que em outros nomes podemos encontrar: água de lavagem, essa segunda é responsável pela lavagem de grãos após a mostura, com o intuito de levar mais açúcar para a fervura (ANDRADE, 2019).

3.1.2 MALTE

Muitos dos atributos chave que acabam definindo a cerveja são fornecidos pelo malte, sendo eles a cor, sabor, corpo e, por conta da fermentação, o álcool

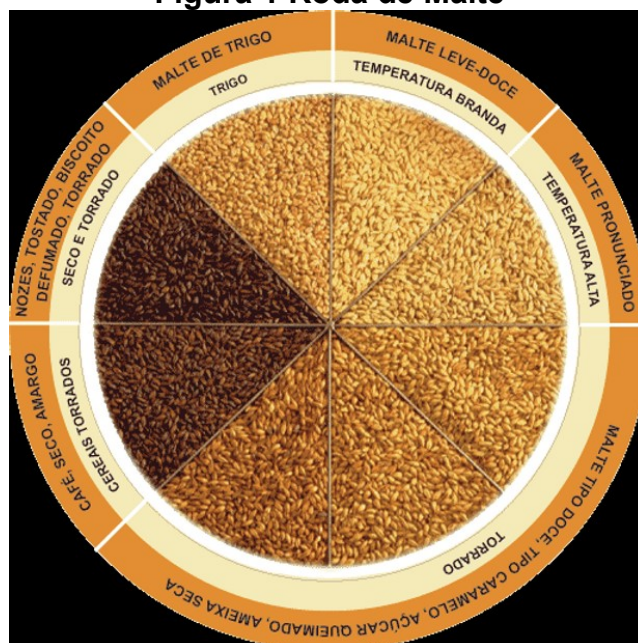
(JOHN MALLETT, 2014). Ele vem do processo conhecido como malteação, em resumo inicia-se com a germinação da cevada, que ocorre de maneira controlada e em ambientes artificiais com a finalidade de converter e pré ativar enzimas.

As enzimas têm grande responsabilidade na conversão de substratos em produtos de reação, sendo os catalisadores e orientando os processos bioquímicos nos organismos vivos (JOHN MALLETT, 2014). Junto com as leveduras, o malte permite que os sistemas biológicos da produção de cerveja sejam realizados, isso porque ele é transformado em mosto gerando carboidratos, que com as leveduras serão transformados em álcool e outros produtos que determinarão a aparência, aroma e sabor da cerveja (PORTO, 2011).

Os carboidratos estão em maior quantidade e acabam sendo a classe mais importante dos compostos da cevada pois eles influenciam diretamente no processo de malteação e na qualidade final do produto (KUNZE,1999). As plantas os utilizam como material de construção e armazenamento de energia, principalmente em virtude dos monossacarídeos que acabam formando estruturas maiores e mais complexas, conhecidas como polissacarídeos, essas que geram os carboidratos que conhecemos como: amido, celulose, hemicelulose e açúcares.

O malte pode ter diferentes formas, tamanhos e coloração, que ditarão as características finais da cerveja. E pode ser classificado em cristal, carapils, âmbar, chocolate e torrado (SLEIMAN, 2002 apud LEWIS e YOUNG,1995) e, também, como caramelo (SLEIMAN, 2002 apud HOUGH et al, 1971), carastan, Munique, brown e black malt (SLEIMAN, 2002 apud HARDWICK, 1995). Muitas dessas diversidades estão representadas na Figura 1 e o tipo do malte definirá o sabor e aroma da cerveja final e a coloração dependerá da torra dos grãos.

Figura 1 Roda de Malte



Fonte: Amorim, 2017.

Há possibilidade de o malte ser utilizado junto com adjuntos, que são de nosso interesse na pesquisa. Estes adjuntos são materiais que complementam benéficamente o malte, isso se dá por motivos de redução de custos, aumento da brassagem e cervejas mais claras (AFONSO, Júlio Carlos et.al., 2015). Quando os adjuntos são adicionados temos extratos de malte mais suaves e doces como dito por Hickenbottom (1996), podendo ser ou não lupulados.

Além de ser uma matéria prima utilizada na fabricação de cerveja, o malte também é utilizado para uísques e outros alimentos como biscoitos, bolos e sorvete. Tendo a função relacionada também a cor e sabor das mercadorias por meio das enzimas (PORTO, 2011).

Então, podemos dizer que o grande objetivo do malte é a manipulação das funções naturais do grão criando componentes que possam ser ou não fermentáveis (JOHN MALLETT, 2014). Industrialmente para manufatura ele pode ser encontrado como extrato de malte em pó ou xarope, oriundos também de amido de milho, arroz, aveia, trigo, painço, centeio e sorgo utilizados como adjuntos (SLEIMAN, 2002).

3.1.3 LÚPULO

Da espécie *Humulus Lupulus* Linnaeus, nativa do Hemisfério Norte, o lúpulo é uma planta trepadeira perene que produz flores (cones) ricas em resinas, polifenóis,

que dão as propriedades antioxidantes, trazem amargor, contém os óleos essenciais caracterizando o aroma (DURELLO, 2019), estabilidade da espuma e, por fim, o poder de conservação. Focando sua comercialização na planta feminina que tem quantidades mais satisfatórias desses compostos (GONSAGA, 2021).

Fora sua utilização para o mundo cervejeiro, existem muitas pesquisas descrevendo o uso do lúpulo na área da saúde por razão das propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, fitoestrogênicas e calmantes (SÓRIA, 2021). Estas características também são muito importantes para cerveja, pois a protege de processos oxidativos e contaminações microbiológicas (DURELLO, 2019).

Os maiores produtores desta planta são os Estados Unidos e a Alemanha, já no Hemisfério Sul a Argentina tem destaque na produção. Mesmo o Brasil sendo o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, a maior parte deste lúpulo é importada por razões da dificuldade no cultivo, exigindo o solo e clima perfeitos junto às condições ideais de luz. Apesar disso, vemos uma pequena expansão do cultivo na região Sul do Brasil, onde temos alguns destaques para cultura de lúpulo, contudo existem alguns impasses por falta de informações técnicas para seguir com os cuidados no plantio (FAGHERAZZI et.al, 2023). Nas áreas plantadas hoje, de acordo com alguns estudos registrados no Ministério da Agricultura, originou-se uma variedade adaptada ao clima brasileiro, intitulada de 'Mantiqueira', e nos dias vigentes temos o Rio de Janeiro como líder da produção de mudas, chegando a 26.539 unidades (BRASIL, 2022).

Como a maioria das plantas, o lúpulo também apresenta suas exigências para a cultivação. Podendo caracterizá-las em clima, temperatura, irrigação, fotoperíodo, vento, granizo, altitude e solos. Todos esses fatores garantem a qualidade das flores que irão para o copo de muitos consumidores pelo mundo (GONSAGA, 2021).

Grande parte do lúpulo produzido é justamente para o processo cervejeiro, contendo variedades que apresentam características específicas para diferentes tipos de cerveja. São três variedades de lúpulo: lúpulos de amargor, lúpulos de aroma e lúpulos de aptidão (SPÓSITO et.al., 2019). O que as diferenciam são sua origem, capacidade de produção, alterando as concentrações dos seus componentes e a resistência.

Alguns exemplos destas variedades podem ser representados por (SPÓSITO et al., 2019):

- Lúpulos de amargor do tipo ‘Admiral’, originada da Grã-Bretanha com o objetivo de aumentar a quantidade de variedade inglesa com grande concentração de alfa-ácidos. Muito utilizadas na produção de cervejas do tipo APA e IPA;
- Lúpulos de aroma do tipo ‘Hallertau’, vinda da Alemanha, é muito utilizada em programas de melhoramento, considerada um lúpulo nobre. Possui menor concentração de alfa-ácidos que a variedade anterior e está associada a cervejas do tipo Lager, Pilsen, Weizen e Ale. Nesta variedade também temos desde 2014 o primeiro lúpulo brasileiro a ‘Mantiqueira’;
- Lúpulos de dupla aptidão do tipo ‘Chinook’, com origem nos Estados Unidos possui uma moderada concentração de alfa-ácidos e apesar disto apresenta um equilíbrio de aromas, tornando-a popular para o uso em dry hopping (aromas defumados). Utilizada na produção de cervejas do tipo Pale Ale, IPA e Lager.
- Lúpulo de aroma do tipo “Cascade”, com origem também nos Estados unidos, é um dos preferidos dos americanos, esse lúpulo apresenta um teor de alfa-ácido de baixo a moderado e médio teor de óleos essenciais, tem propriedades aromáticas cítricas, frutadas lembrando frutas como toranja.

Os α -ácidos (humulonas) e β -ácidos são resinas macias constituintes da flor do lúpulo. É aqui que se encontram as características do amargor que serão expressos na cerveja pelo IBU (“International Bitterness Units”), as unidades de amargor que em escala 1 IBU é equivalente a 1 mg de iso- α -ácidos/L de cerveja (DURELLO, 2019).

Conhecendo as particularidades do lúpulo em relação a aromas e amargor, o cervejeiro é capaz de criar um “blend” com diferentes lúpulos para formar a bebida. Será o último ingrediente a ser dosado, quando o mosto está quase pronto, iniciando pela adição do lúpulo de amargor e posteriormente o aromático (REBELLO, 2019).

3.1.4 LEVEDURA

As leveduras são fungos, são unicelulares, eucarióticos que apresentam tamanhos microscópicos (de 1-5 μm de diâmetro a 5-30 μm de comprimento) (UFRGS, c2023). Por tratar de seres que não realizam fotossíntese, que se

reproduzem muito rápido de maneira assexuada e realizam respiração por meio anaeróbico ou fermentativo, sua grande utilização é nas produções de bebidas alcoólicas e também de pães.

A classe Ascomycetes e a ordem Saccharomycetales são as que contemplam maiores quantidades de leveduras, tendo a mais comum a *Saccharomyces cerevisiae* (UFRGS, c2023), que tem seu maior papel na indústria alimentícia. Além de serem ricas em proteínas, sais minerais, carboidratos, e vitamina B, as leveduras são responsáveis pela fermentação, transformando açúcares (glicose e maltose) em álcool, CO₂ e calor.

Na indústria cervejeira, são usadas leveduras diferentes para fermentações diferentes, ou seja, a *Saccharomyces uvarum* e *Saccharomyces pastorianus* são usadas para a produção de cervejas de baixa fermentação, logo elas trabalham em temperaturas mais baixas (7 a 15°C) e tempo mais prolongados. E as *Saccharomyces cerevisiae* são usadas para cervejas do tipo alta fermentação, com temperaturas em torno de 15 a 25°C e em tempo mais curto (CENTRAL BREW, c2023).

Outro ponto sobre os diferentes tipos de fermentação, é que a Ale (nome dado para cervejas de alta fermentação), tem como característica ficar na parte superior do tanque, já as Lager (de baixa fermentação), tendem a decantar e ficar no fundo do tanque.

Devido a sua alta importância na produção de cerveja, sendo responsável pela geração de álcool, gás carbônico e também na formação de aromas, é imprescindível que a cultura das leveduras sejam a mais pura possível, não tendo presente microrganismos contaminantes, que seriam as bactérias e leveduras “selvagens” (OLIVEIRA, 2011). Há apenas um tipo de fermentação que ocorre com leveduras selvagens à temperatura ambiente, porém o processo é extremamente lento, levando em torno de um a dois anos para ser concluído, na Bélgica ainda há processos desse tipo (CENTRAL BREW, c2023).

Por se tratarem de microrganismos, as leveduras são frágeis e fáceis de serem perdidas, por isso, precisam estar no seu ótimo estado de nutrição, logo, o meio de cultura deve conter carboidratos, oxigênio, minerais e temperatura controlada (DELFINO, 2021).

3.1.5 PARÂMETROS

Para que possamos classificar a receita produzida, será necessário ter parâmetros já existentes em literatura, e também usaremos da legislação vigente (decreto nº 6.871 de 04 de junho de 2009 do Ministério da Agricultura e Pecuária para fazer a comparação com as cervejas analisadas.

Para os testes de teor de álcool, segundo a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 65, DE 10 DE DEZEMBRO DE 2019, onde estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria, no Art. 11 as cervejas são classificadas em relação ao seu conteúdo alcoólico em:

- I - "cerveja sem álcool" ou "cerveja desalcoholizada", aquela cujo conteúdo alcoólico é inferior ou igual a 0,5% em volume (0,5% v/v);
- II - "cerveja com teor alcoólico reduzido" ou "cerveja com baixo teor alcoólico", aquela cujo conteúdo alcoólico é superior a 0,5% em volume (0,5% v/v) e inferior ou igual a 2,0% em volume (2,0% v/v); ou
- III - "cerveja", aquela cujo conteúdo alcoólico é superior a 2,0% em volume (2,0% v/v)'

Onde descreve que uma cerveja comercializada costuma ter um teor alcoólico médio entre 4,8% e 5,2%, mas alguns estilos podem carregar até 15% de álcool. Já as cervejas do tipo Blond Ale encontradas no mercado possuem um teor alcóolico de 3,8 a 5,5% (BJCP, 2015; LIMA, 2019).

De acordo com o Compton (1978), para uma cerveja ser considerada normal, seu pH deve contemplar uma faixa de 3,8 a 4,7 (OLIVEIRA; FABER, PLATA-OVIEDO, 2015). É importante que o pH esteja menor que 5 pois essa faixa de pH tem a função de inibir a contaminação por outros agentes microbianos, aumentam assim, a segurança biológica e estabilidade da espuma e cor da cerveja (BAMFORTH; RUSSELL; STEWART, 2009; MACIEL et al., 2018; MARTÍNEZ et al., 2017).

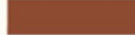
Analisando estudo o estudo feito por Crivelari e Rossignoli, onde foi desenvolvido uma cerveja artesanal de blond ale como base, houve uma média de pH de 3,7 a 4,33.

Para a determinação da cor, a faixa esperada é de 5.91 - 11.82 EBC (PIZONE, Luiz, 2022). E para deixar mais visível a diferença entre os tipos de cerveja e suas colorações, a figura 2 e 3 que nos mostra essa classificação.

A escala de cor da cerveja (EBC) é um método de medição utilizado na indústria cervejeira para avaliar e descrever a coloração da cerveja. Esta escala atribui valores numéricos que indicam a tonalidade da bebida, variando de tons mais claros, representados por valores baixos, a tons mais escuros, representados por valores mais elevados. A EBC é essencial para garantir consistência na produção de cerveja e oferece aos consumidores uma maneira objetiva de identificar e escolher cervejas com base em suas preferências visuais. (CERVEJA E MALTE, c2023)

Figura 2 Cores e Estilos de Cervejas

CORESE ESTILOS DE CERVEJAS

SRM/Lovibond		Cerveja	Cor da Cerveja	EBC
2		Pale lager, Witbier, Pilsener, Berliner Weisse		4
3		Maibock, Blonde Ale		6
4		Weissbier		8
6		American Pale Ale, India Pale Ale		12
8		Weissbier, Saison		16
10		English Bitter, ESB		20
13		Biere de Garde, Double IPA		26
17		Dark lager, Vienna lager, Marzen, Amber Ale		33
20		Brown Ale, Bock, Dunkel, Dunkelweizen		39
24		Irish Dry Stout, Doppelbock, Porter		47
29		Stout		57
35		Foreign Stout, Baltic Porter		69
40+		Imperial Stout		79





Fonte: Academia artesanal, s.d.

Para a determinação do amargor, temos o IBU (International Bitterness Units) e quanto maior esse índice, mais amarga é a cerveja.

“A IBU não fornece informações detalhadas sobre as sutilezas do sabor, mas serve como um guia geral para a intensidade do amargor, um dado que deve ser considerado junto com o grau de intensidade do malte ou corpo da cerveja.” (MORADO, 2009)

Uma cerveja que possui um baixo IBU se enquadra em uma escala de 10 a 15, já de 16 a 35 começa haver um realce do lúpulo. Acima de 40 IBU, a cerveja tem um amargor forte com e dificilmente encontraremos produtos no mercado com IBU maior que 60. (OPA BIER, c2023)

A Blond Ale é uma cerveja bem equilibrada, refrescante e levemente ácida, apresentando aparência clara, espuma branca persistente e amargor discreto. (BJCP, 2015; LIMA, 2019). Pode-se considerar o amargor desse tipo de médio para baixo.

Figura 3 Escala de IBU



Fonte: Vandal, s.d.

Os compostos fenólicos totais e suas faixas são descritos no Quadro 1, onde há um resumos das literaturas. Indicando quais são as concentrações de compostos fenólicos com o agente GAL para os estilos Lager e Ale.

Quadro 1 Teor dos compostos fenólicos

Estilos Lager	mg GAL/L	Estilos Ale	mg GAL/L	Referência
<i>Lager</i>	152 – 339	n.d	n.d	Zhao et al., 2010
<i>Lager, Pilsner, Bock</i>	452 – 875	<i>Wheat, Ale, Abbey</i>	504 – 622	Piazzon et. Al, 2010
<i>Lager</i>	120 – 200	<i>Brown Ale</i>	280 – 526	Granato et al., 2011
<i>Lager</i>	84 – 267	n.d	n.d	Zhao et al., 2012
<i>Standard American Lager</i>	164	<i>German weizen</i>	572	Moura-Nunes et al., 2016
<i>Classic American Pilsner</i>	448	<i>Irish Red Ale, American Pale Ale, Brown Poter</i>	475 – 531	Marques et al., 2017
<i>Standard American lager</i>	119 – 343	n.d	n.d	Rodrigues et al., 2020
<i>Lager, Pilsner, Dark</i>	464 – 776	<i>Black</i>	723 – 855	Habschied et al., 2020

Fonte: Silva; Dias; Koblitz, 2021.

E o último parâmetro que será analisado neste trabalho são as ações antioxidantes, que está diretamente relacionada com a quantidade de compostos fenólicos presente, uma vez que o efeito antioxidante é característico da grande maioria dos compostos fenólicos, principalmente os ácidos fenólicos e entre outros. Quanto maior for a concentração de fenólicos totais, maior será a capacidade antioxidante. (SILVA, Pedro Henrique; BRAZ, Juliana Martins, KAMEYAMA, Oswaldo, 2020).

Nesse estudo foi utilizado o cogumelo como adjunto e a porcentagem de ação antioxidante deverá aumentar, uma vez que os cogumelos são agentes bioativos.

Segundo o estudo “Cogumelos: compostos bioativos e propriedades antioxidantes”, temos que:

“A capacidade antioxidante, baseada no método de sequestro do radical livre DPPH, foi medida nas diversas espécies de cogumelos comercializados em Taiwan: *Dictyophora indusiata*, *Grigola frondosa*, *Hericium erinaceus*, *Tricholoma giganteum*. Em concentração de 6,4 mg/mL, o resultado encontrado foi 92,1% para a espécie *Dictyophora indusiata* e 63,2-67,8% para as demais. Essa atividade foi atribuída ao alto conteúdo de compostos fenólicos encontrado nos extratos metanólicos, já que para a espécie *Dictyophora indusiata*, não foi detectada a presença de tocoferóis”

Mesmo não sendo as espécies utilizadas no atual estudo, conseguimos ter uma base do poder antioxidante dos cogumelos.

3.2 PROCESSO PRODUTIVO

A produção de cerveja é um processo complexo que abrange diversas etapas que vão desde a preparação dos ingredientes até o envase do produto final. O conceito da fabricação da bebida é a conversão da fonte de amido em mosto, e um líquido contendo açúcar que gera a fermentação, base da constituição do álcool no produto.

3.2.1 MALTEAÇÃO

Ocupando a quinta posição em ordem de importância econômica no mundo, a cevada pertence à família das gramíneas e tem seu grão utilizado para industrialização de bebidas e alimentos. São divididas entre a cevada cervejeira (aquela que cumpre os padrões de qualidade para fabricar o malte) e a cevada forrageira (aquela que não cumpre os padrões de qualidade para fabricação de cerveja, sendo destinada para alimentação animal) (ZSCHOERPER, 2009).

Outro produto muito utilizado pelas indústrias para o processo de maltagem é o trigo. Podemos dizer que a maioria das culturas cerealíferas podem ser maltadas, porém o uso da cevada tem desenvolvimento enzimático mais simples. Alguns grãos também são utilizados como adjuntos convencionais sendo eles: aveia, milho e arroz e, alguns legumes como feijão e ervilha (JOHN MALLET, 2014).

A malteação é um processo conhecido por transformar este grão de cevada em malte, ela não necessariamente faz parte do processo de produção da cerveja, pois possui um processo exclusivo, mas é responsável pela obtenção do malte. Normalmente leva de 5 a 6 dias para acontecer na maltaria. O processo dá início quando os grãos são umedecidos (maceração) e começam a brotar, depois vão a um local com controle de temperatura (entre 15 °C e 25 °C) e umidade (45% a 50%) num período de 5 a 7 dias e começam a germinar. Finalizam na estufa onde são submetidas a temperaturas de 80 °C para secar e dar fim a brotação (FERREIRA, 2016). Durante todo esse processo é que ocorre a germinação e a cevada adquire enzimas necessárias para preparação do mosto de fermentação (EEL-USP, c2023).

Por ser um processo muito antigo, a malteação tem diferentes tecnologias, desde as rudimentares até as mais desenvolvidas. Mas para ambos os casos é muito importante ter conhecimento sobre as reações biológicas e bioquímicas dos grãos de cevada para assim determinar o melhor processo existente. Algumas vezes

este processo pode não ser necessário, desde que o malte já esteja torrado e moído (EEL-USP, c2023).

3.2.2 MOAGEM

A partir do malte temos três principais compostos: amido, proteínas e enzimas. Eles são expostos pela moagem, que é considerada a primeira etapa do processo produtivo da cerveja, que tem como princípio quebrar as células do endosperma, permitindo que os compostos do malte possam ser utilizados nas próximas etapas do processo cervejeiro, pois impactará na eficiência da brassagem.

O processo é influenciado pela qualidade e umidade do malte, tipos de moagem e os equipamentos utilizados. A moagem pode ocorrer através de moinhos de rolos de maneira seca, úmida e macerada (úmida com condicionamento) e também através de moinho martelo (TELEGINSKI, c2023). Enquanto a obtenção através dos rolos gera cascas mais preservadas, um maior teor de sêmolas, maior porosidade no bagaço e um menor teor de beta glucanos, a obtenção através do martelo gera cascas mais fragmentadas e uma moagem mais fina, além de um maior teor de beta glucanos e extratos (TELEGINSKI, c2023). Definimos uma boa moagem, aquela que permite grãos homogêneos, sem quebra e sem quantidades de pó fino (WUNDERLICH, S., & BACK, W. 2009).

3.2.3 MOSTURA

Durante a mosturação ocorre a transformação das matérias-primas cervejeiras em mosto. Com a finalidade de tornar solúvel através das enzimas o amido que existem no malte sendo capaz de produzir extrato e outros nutrientes (GREEN, 2015).

A mosturação ocorre em tinas ou mosturadores sendo controladas por uma curva de temperatura. Nela os controles acontecem nas rampas de aquecimento e repouso. Desta forma é possível manipular a composição da mostura em relação ao tipo de cerveja, cada etapa definirá as características do mosto. Conhecer o comportamento das enzimas também irá garantir as atividades dentro da tina, com pH, temperatura e tempo sempre controlados (PICCINI, 2002).

Concentrações da mostura indicam a qualidade do processo para cada coloração da cerveja. Para mosturas mais concentradas (1:2,5 a 1:3,5) vemos bom comportamento para cervejas escuras e a quebra de proteínas, com pH mais baixo e grande atuação das beta-amilase. Já a mostura mais diluída (1:4 a 1:5) são boas para cervejas claras e leves, importante fator para quebra de amido, com pH mais elevado e menor extração de polifenóis e cor (AGRARIA MALTE, c2023). O pH da mostura em meios ácidos têm melhor atividade enzimática, menor viscosidade, quebra proteica, melhor formação do trub, resultando em cervejas mais claras, redondas e suaves. A faixa de acidificação do mosto fica entre 5,35 a 5,5 (AGRARIA MALTE, c2023).

São durante as rampas que acontecem os repousos e quanto maior esse tempo, maior é a quebra das moléculas, buscando sempre valores abaixo de 40 minutos. As temperaturas passam por diferentes valores, devendo atentar-se a três ranges: o primeiro de 40 a 55 °C, nesta etapa ocorre a quebra das gomas, fosfatos e proteína, a viscosidade é reduzida, melhorando suas condições para o processo de filtração e tem influência na espuma. Após temos a faixa de 60 a 65 °C onde é definida a contração de maltose, ocorrendo a gelatinização dos grãos de amido. A faixa de 70 a 75 °C realizou a quebra total dos amidos e o envolvimento das enzimas, quanto mais próximo da temperatura ótima para elas acabaram com menor concentração de atividade e curta ação, diferente de temperaturas mais baixas que o início da mostura onde observamos maior solubilização das enzimas e em máxima atividade (AGRARIA MALTE, c2023).

A expectativa é que no final o mosto cervejeiro contenha 75% de açúcares fermentescíveis (10% de glicose, 45% de maltose, 15% de maltotriose e 5% de sacarose) e os 25% de açúcares não fermentescíveis (10% maltotetraose e 15% dextrinas) (BARNES, 2004).

3.2.4 FILTRAÇÃO OU CLARIFICAÇÃO

Quando as enzimas estão inativas o mosto segue para etapa de filtração ou clarificação. Utilizada para separação dos sólidos em suspensões líquidas com auxílio de um elemento filtrante. O processo laboratorial e industrial tem algumas diferenças por conta do tamanho da produção, mas ambos seguem o mesmo princípio. Aqui são removidas a massa e bagaço provenientes dos processos anteriores, separando-os do mosto cervejeiro.

Para garantir uma boa filtração precisamos analisar o tempo, valor, espaço, claridade do mosto, recuperação dos extratos, facilidade de limpeza e o consumo de água (PICCINI, 2002)

Durante a clarificação, a temperatura do mosto deve ser mantida a 75 °C pois se há aumento na viscosidade acaba dificultando este processo. O mosto pode ser recirculado dentro da tina até apresentar boa limpidez, nesta etapa realiza-se o ajuste de pH com a água de lavagem na faixa de 3,8 a 4,2, onde cerejas mais claras possuem poucas lavagens e cervejas mais escuras possuem mais lavagens. Só o processo de lavagem leva em torno de 45 minutos, logo se a clarificação tiver um tempo inferior a esse provavelmente ocorreu uma perda de eficiência. Todo o processo (repouso, extrato primário e lavagens do bagaço) para ser eficiente deve ocorrer em torno de uma hora e meia a duas horas onde é considerada a clarificação total (AGRARIA MALTE, c2023).

A turbidez do mosto que sai do processo deve ser mínima, pensando na precipitação da cerveja ao longo do tempo e a recuperação do extrato deve ser máxima, onde o bagaço é consumido até o final com pouco desperdício de matéria prima (PICCINI, 2002).

3.2.5 FERVURA

Após a filtração, o mosto segue para etapa de fervura próxima a 100 °C adicionando o lúpulo. O resultado do mosto contém carboidratos, componentes nitrogenados, polifenóis, sais minerais, componentes do lúpulo e água, então espera-se a partir da fervura a estabilização da composição da cerveja (PICCINI, 2002).

O interesse está em eliminar as substâncias voláteis e esterilização do mosto, isomerização dos α -ácidos (influenciam no amargor), destruição das enzimas, formação de trub, evaporação da água, diminuição de pH e incremento da cor (SISTEMA FIRJAN, 2014).

A vapor ou elétrico, essas são as formas de aquecimento utilizadas. A primeira é a mais aplicada para cervejarias médias e grandes, podendo ter uma variedade de desenhos e com controle de temperatura e pressão. O aquecimento

elétrico é mais simples, porém limitado por conta dos custos e atentando-se em evitar o sobreaquecimento da resistência (SISTEMA FIRJAN, 2014).

Monitorando a claridade, os volumes, o conteúdo do extrato e a presença de resíduos de amido garantimos a qualidade do mosto fervido, o percentual de evaporação deve ser maior que 4%.

3.2.6 LUPULAÇÃO

A lupulação trata-se do processo de adição do lúpulo no mosto e existem alguns tipos de lupulagem diferentes, que geram características distintas ao produto final. Por ter em sua composição óleos essenciais e α -ácidos, o lúpulo gera o amargor da cerveja através da isomerização durante o processo de fervura, e quanto maior o tempo de contato entre lúpulo e mosto fervendo, maior será o sabor da cerveja, entretanto com um tempo muito extenso, o rendimento cai novamente (AGRÁRIA MALTE, c2023). Como mencionado, há a presença de óleos essenciais que são altamente voláteis, por isso, em baixas temperaturas ou etapas finais do processo, é mais fácil obter um produto mais aromático (CERVEJA E MALTE, c2023).

Como primeiro método de lupulagem temos o First Wort Hopping (FWH), que se trata da adição do lúpulo durante a transferência da panela de filtragem assim que o mosto é separado dos grãos, iniciando ambos o processo de fervura. Esse método dá a cerveja características mais amargas. A criação do método ocorreu em 1995, na Alemanha e ainda é utilizado nos dias de hoje, e de acordo com os testes sensoriais ela é caracterizada como equilibrada, com menores notas de amargor e retrogosto (BREW BLOG, 2018).

Outro meio de lupulagem é o Mash Hopping ou lupulagem na mostura, essa técnica tem sido cada vez menos utilizada, mas se trata da adição do lúpulo diretamente na panela de mostura, onde ele é colocado em cima do malte e deixado lá durante todo o processo. Por testes sensoriais, a cerveja foi caracterizada também como equilibrada e de amargor uniforme, o que ainda gera pesquisas, uma vez que o método vai contra a literatura, todavia, outros fatores podem influenciar, como o aspecto do lúpulo (pellet ou flor), baixa de pH, entre outros. Porém, como

mencionado, a técnica vem caindo em desuso, visto que a quantidade de insumo necessária é muito alta (BREW BLOG, 2018).

Whirlpool Hopping, essa técnica acontece no momento do whirlpool (redemoinho feito na cerveja, após a fervura e antes do resfriamento), logo adiciona-se os lúpulos e o deixa descansar até a decantação do trub. Nesse método há grande absorção de óleos essenciais, deixando o produto mais aromático, porém acarreta em uma baixa isomerização dos α -ácidos, entretanto, o suficiente para gerar um amargor no produto (BREW BLOG, 2018).

Durante a fervura, nós temos os lúpulos de amargor e os de aroma, os primeiros, como o próprio nome já menciona, são responsáveis por trazer maior amargor a cerveja, deixando-o maior tempo em contato com o mosto fervendo, variando de 60 a 90 minutos, para que haja maior liberação dos α -ácidos. O segundo, lúpulos de aromas, também tem um nome bem literal, onde o lúpulo vai ser responsável por trazer maiores aromas ao produto, para isso acontecer, eles são adicionados nos 15 a 5 minutos finais da fervura, preservando assim os óleos essenciais e não liberando tanto α -ácido (BREW BLOG, 2018).

Além disso, temos o Hop Back, que se trata de adicionar lúpulo dentro de um local onde passará o mosto antes do resfriamento, fazendo assim uma infusão e agregando aroma ao produto e o Dry Hopping que a adição de lúpulo após a fermentação, onde são colocados durante o processo de maturação e deixados em um período de tempo variando de dias até semanas, assim como o método anteriormente mencionado, ele também agrega bastante aroma a cerveja sem gerar muito amargor. Ademais, existem os métodos combinados, que vão de teste de mestre cervejeiros, com o intuito de trazer inovação de aromas e sabores (BREW BLOG, 2018).

O processo de lupulagem gera algumas perdas, como de: “60 a 80% de compostos de amargor, 10% de perdas no bagaço de lúpulo, 30% de perdas pela retirada de trub quente e frio, 30% de amargor perdido durante a fermentação” (AGRÁRIA MALTE, c2023). Em maiores dosagens, a utilização de leveduras pulverulentas e de alta fermentação leva também a maiores perdas, ou seja, quanto maior for a dosagem, maiores serão as perdas.

3.2.7 SEPARAÇÃO DO TRUB QUENTE OU WHIRLPOOL

Os trubs são flocos que se sedimentam nas tinas, eles são compostos por proteínas, substâncias do lúpulo que não foram solubilizadas em processos anteriores, polifenóis, carboidratos, minerais e ácidos graxos (MATHIAS; MELLO; SÉRVULO, 2014). Durante o processo, temos o trub quente e o trub frio, sendo o primeiro retirado após a fervura e o segundo após a maturação.

Esse processo auxilia na fermentação, uma vez que o trub quente, quando não retirado, pode vir a atrapalhar, já que eles ficam envoltos das células da levedura, não permitindo uma fermentação tão limpa.

O trub quente é retirado utilizando a técnica de Whirlpool, onde é feito rotações no mosto (do tipo redemoinho), por um tempo pré-estabelecido e depois o líquido vai descansar até que forme um aglomerado de trub no centro da panela. Para que haja sua retirada, é feito uma drenagem por gravidade do mosto, para que possa seguir o processo de resfriamento e adição de leveduras. Ao perceber que o líquido está vindo com flocos, é necessário parar a drenagem (AGRÁRIA MALTE, c2023).

Dois pontos de atenção nesse processo é o desenvolvimento de DMS (dimetilsulfureto) que gera um off flavor, que seria um aspecto ou sabor diferente ao padrão, podendo ser considerado um “defeito”, quando o mosto não é resfriado imediatamente após o período de 20 a 30 minutos de repouso após o processo de Whirlpool e também a aeração que acontece durante o processo, uma vez que as rotações auxiliam na entrada de ar e podem causar oxidação do produto (CENTRAL BREW, c2023).

3.2.8 RESFRIAMENTO

Após a fervura e retirada do trub quente, e como citada acima, é necessário resfriar o mosto, para que seja evitado o desenvolvimento de DMS e outros microrganismos, por isso, é imprescindível que seja feito de uma forma controlada. A rapidez nesse processo evita a evaporação de compostos desejáveis do lúpulo e ajuda a melhorar as vantagens da levedura. É necessário resfriar o mosto acima de 92°C para uma faixa de 8 a 25°C pois essas são temperaturas de inoculação das leveduras. É importante ressaltar que precisa ser tomado muito cuidado, pois o

mosto frio é rico em açúcares, que se torna interessante para outros microrganismos e pode levar a uma contaminação (AGRÁRIA MALTE, c2023).

O denominado “Cold Break” (choque térmico) também é um ponto benéfico que esse processo gera, auxiliando na decantação das proteínas para o fundo, é mais fácil fazer a separação do mosto livre, já que, se o resfriamento for realizado por períodos mais longos, pode vir a causar um “Chill Haze”, que seria a precipitação dessas proteínas, tornando o produto mais turvo, porém, não há interferência sensorial, apenas estético (CONDADO DA CERVEJA, 2016).

Para auxiliar nesse processo, temos alguns equipamentos utilizados em cervejarias artesanais para uma produção menor, como o chiller de imersão, onde é construído com cobre, inox ou alumínio, no formato de tubos em espiral compactos, tendo água fria entrando em uma das extremidades e saindo água morna na outra, que é imerso no mosto quente, com o intuito de acontecer trocas térmicas até que o mosto chegue à temperatura de inoculação das leveduras (AGRÁRIA MALTE, c2023).

Há também o chiller de resfriamento com passagem interna do mosto, que por sua vez é mais ágil e mais econômico, onde se liga a tubulação de entrada com o recipiente que se encontra o mosto quente, fazendo-o percorrer por dentro do espiral, nisso o chiller deve ser mergulhado dentro de outro recipiente com gelo para que assim o mosto seja resfriado, na extremidade da saída haverá a expulsão do mosto, agora frio, para o próximo processo (AGRÁRIA MALTE, c2023).

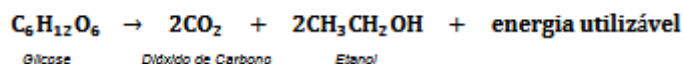
No processo de fabricação de cerveja em escala industrial é utilizado trocadores de calor para fazer o resfriamento do mosto, o mais utilizado são trocadores de calor de placas por serem os mais recomendados nas operações líquido-líquido, visto que são flexíveis, versáteis, economizam espaços, tem fácil manutenção e limpeza, além de alto rendimento térmico, porém ele apresenta alta perda de carga limitação de temperatura e pressão (MARTINEZ; BATISTA; PASSINI, 2016).

3.2.9 FERMENTAÇÃO

Essa é a etapa em que ocorre a ação das leveduras, de maneira anaeróbica, e o açúcar proveniente do mosto é transformado em álcool, CO₂ e calor, aqui, assim como em outras etapas, o tempo e temperatura influenciam no resultado final. Há

alguns fatores que podem nos mostrar se a fermentação foi realizada de maneira adequada, sendo eles: quantidade e viabilidade das leveduras, boa aeração do mosto e controle de temperatura (CENTRAL BREW, c2023). Essa é a única parte do processo que o O₂ é desejado, pois aqui ajudará na multiplicação das leveduras.

A reação que rege esse processo está representada a seguir:



Nessa parte também temos a seleção da cepa que será utilizada, e se a cerveja será de alta ou baixa fermentação, que também acarretará nas questões de concentração celular, dados de crescimento, morte celular dos microrganismos, e tempo para o término do processo.

Pontos que devem ser observados nessa etapa é o tempo necessário para que ocorra o início da fermentação, para que não haja bactérias ou leveduras selvagens, e também a insuficiência de leveduras pode levar a subprodutos indesejados (CENTRAL BREW, c2023). Por isso, no Brasil as cervejarias optam por trabalhar com tanques fechados, pois é mais fácil de controlar a fermentação por uma série de fatores, como O₂, temperatura e CO₂ (WUNDERLICH, S., & BACK, W. 2009).

A importância do controle de temperatura nesse processo se dá pelas atividades das leveduras, uma vez que em graus mais baixos que o necessário, elas acabam tendo baixa atividade e adormecendo, já em graus mais altos elas trabalham mais rapidamente e isso pode levar a um mau funcionamento, deixando o ambiente mais propício a desenvolvimento de compostos indesejáveis (álcool superior, ésteres frutados) (CENTRAL BREW, c2023).

Para saber que a fermentação acabou é necessário fazer uma medição de tempos em tempos e acompanhar a densidade e compará-la com a inicial, quando esse valor estabilizar, teremos o fim da fermentação.

3.2.10 MATURAÇÃO

Essa é a última etapa antes do envase, aqui a cerveja, já fermentada e sem leveduras, ficará “descansando” por um período de tempo pré estabelecido e em uma temperatura, geralmente, de 5 a 3°C (após o término da fermentação) para que ocorra uma melhor clarificação. Nesse processo ocorre a denominada “fermentação

secundária”, causando uma clarificação por precipitação das leveduras e proteínas, assim como de sólidos solúveis (UFRGS, c2023).

Existem duas vertentes, a maturação ainda no tanque fermentador, onde no processo de cervejarias artesanais, a cerveja ainda mantém contato com a levedura durante o processo, permitindo uma clarificação maior antes de transferir para a garrafa. Nesse caso, é necessário nova adição de açúcar antes do envase para que haja uma nova carbonatação (AGRÁRIA MALTE, c2023).

Outra vertente é a maturação na garrafa definitiva que ocorre sem a adição de priming, onde dentro da garrafa do produto final é transferido a cerveja com 0,5 a 1% de extrato fermentescível ainda presente, não sendo preciso uma adição de açúcar externo (AGRÁRIA MALTE, c2023).

A clarificação, gerada no processo de maturação é importante para finalizar o produto, pois a cerveja vem da fermentação com uma certa turbidez advinda da presença de leveduras. A temperatura amena auxilia com a sedimentação do fermento e de partículas de baixo peso molecular, clarificando a cerveja (UFRGS, c2023).

Nas primeiras 12 horas há a geração do trub frio (proteínas coaguladas), que ainda leva a uma discussão sobre sua retirada ou não, porém é recomendado retirar depois de 12 a 18 horas após a inoculação, caso ainda haja muito material particulado (AGRÁRIA MALTE, c2023).

A maturação tem seu tempo definido conforme o tipo de cerveja escolhido, para produtos mais escuros, que possuem mosto mais concentrados, o tempo do processo é maior, porque é necessário assimilar maior quantidade de extrato (UFRGS, c2023). Além do tempo, a temperatura também é algo importante para a contagem de dias, baixas temperaturas levam um tempo maior para a atenuação dos extratos, entretanto deve-se tomar cuidado pois altas temperaturas ocasionam problemas com a espuma, paladar e estabilidade (UFRGS, c2023).

3.2.11 ENVASE

O último processo e usando como base também um processo mais artesanal, temos o envase, aonde a cerveja irá para uma garrafa, devidamente esterilizada e tampada, para que possa ser transportada e fazendo assim com que não perca nenhuma das suas propriedades, além de trazer o gás carbônico para o produto,

pois ela ainda passará por uma re-maturação dentro da garrafa e por conta das tampinhas, que selam a saída, o gás (proveniente da mistura do açúcar) fica “preso” junto ao líquido, misturando-se (LAMAS BREW, 2017).

Nesse ponto, o mais importante é a higienização das tampas e garrafas, uma vez que as garrafas devem ser bem lavadas, até com o auxílio de uma escova de crina, após isso devem fervidas, e por último adicionado algum sanitizante como como ácido peracético, iodophor, pac 200, álcool 70% (LAMAS BREW, 2017) junto a elas para retirar sujidades orgânicas e, por fim, expostas em um secador ou suporte próprio para garrafa com a finalidade de secá-las, já as tampinhas devem ser mergulhadas em álcool (AGRÁRIA MALTE, c2023).

A escolha pelas tampinhas é importante também, temos a Pry-Off que é necessário um abridor para fazer sua abertura após colocada na garrafa e as Twist-Off, geralmente presente nas long necks, onde só com a rotação elas abrem. A sua escolha pode levar a diferentes vedações e se utilizada com finalidades erradas, podem causar perda de CO₂ dentro das garrafas (LAMAS BREW, 2017).

A rotulagem deve ser feita seguindo as normas da IN nº 65 e deve conter os ingredientes, ABV, EBC, IBU e especificações (DELFINO, 2021).

3.3 ADJUNTO

Os adjuntos são qualquer elemento que não faça parte das quatro matérias primas principais da formulação da cerveja, ele tem duas utilidades, diminuir custos e tornar o produto final mais barato e também agregar sabores e aromas que não seriam possíveis utilizando apenas as matérias primas principais.

Por conta da má utilização de adjuntos, foi criada a Lei da Pureza Alemã, denominada Reinheitsgebot, que foi decretada pelo duque Guilherme IV da Baviera, em 1516, onde ela regulamenta que a cerveja deveria ser fabricada apenas com água, malte de cevada e lúpulo. Naquela época não se tinha o conhecimento da levedura, mas atualmente ela é aceita na lei. Após a segunda guerra mundial a lei foi modificada, criando algumas flexibilizações, como para cervejas de alta fermentação foi autorizado além do malte, outros cereais, açúcares e corantes, em escala limitada (HOFBRÄUHAUS, c2023).

Para cada país a regulamentação dos adjuntos é diferente, no Brasil, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2019): “Art. 6º Adjuntos

cervejeiros são as matérias-primas que substituíam, em até 45% em peso em relação ao extrato primitivo, o malte ou o extrato de malte na elaboração do mosto cervejeiro” (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2019).

Os adjuntos mais utilizados são os cereais maltados, sendo o milho com 46% do total de adjuntos, arroz com 31%, cevada com 1% e açúcares e xaropes representando 22% (D’AVILA, et al. 2012). No Brasil, temos a High Maltose como o adjunto mais usado na indústria cervejeira, que é o extrato de malte feito a partir do milho (CONCERVEJA, 2017). E para trazer inovação nos produtos, temos alguns adjuntos como: frutas, coentro, gengibre, mel e cogumelos.

Como mencionado, temos os adjuntos sólidos (milho, trigo e arroz) e os líquidos como xaropes (milho, maltose e priming) e extratos, que irão modificar sabor, aroma e textura da cerveja conforme sua utilização. Algumas cervejas com adjuntos já estão conquistando seu próprio mercado, temos como exemplo as cervejas de trigo, que vem conquistando um grande público.

Para utilização de adjuntos é necessário ter alguns cuidados em seu recebimento, como análise visual, testes organolépticos (aroma e sabor) e controle de granulometria. E temos que suas vantagens são sua capacidade de cozimento sem investimentos adicionais nesses equipamentos, modificação da cerveja, deixando-a mais leve e mais estável ao tempo. Entretanto, como pontos de desvantagens temos a grande quantidade de adjuntos que requerem diferentes maquinários, em pequena escala seu valor de mercado é alto, os xaropes devem ser mantidos quentes em uma temperatura de 45 °C para que não haja contaminação microbológica e dependendo do percentual de utilização, é necessária uma suplementação nutricional (TECNOLOGIA CERVEJEIRA, 2014).

3.3.1 COGUMELO

Desde a antiguidade os cogumelos são alimentos reconhecidos pelo seu alto valor nutricional e potencial medicinal. Há grande diversidade no Reino Fungi e os cogumelos comestíveis estão divididos em cerca de duas mil espécies, trinta gêneros, porém poucas são produzidas em escala comercial. Dando destaque para as espécies mais consumidas e cultivadas no Brasil: a *Agaricus bisporus* (champignon-de-Paris), *Lentinula edodes* (shiitake) e *Pleurotus* sp. (hiratake ou shimeji) (FURLANI e GODOY, 2005).

No Brasil, o cultivo dos cogumelos é realizado de forma rústica por pequenos produtores que mesclam a fungicultura a outras atividades agrícolas. O estado de São Paulo abrange a maioria destes produtores de cogumelos com mais de quinhentos responsáveis pelo seu cultivo. Os métodos encontrados são pouco desenvolvidos comparado com a Europa e Ásia, que são grandes produtores (MACHADO, 2019). O Paraná está em segundo colocado na produção nacional de cogumelos comestíveis, como o shiitake e shimeji, tendo seu maior polo na região de Curitiba, Guarapuava, Campos Gerais, Dois Vizinhos, ... (DERAL, 2023). Os métodos dependem da espécie escolhida, podendo seguir em três diferentes técnicas: cultivo axênico, cultivo natural e a semi-compostagem (MACHADO, 2019 apud EIRA, 2004; SIQUEIRA et.al., 2012; KUBICEK, 2013).

Das técnicas de cultivo, a forma axênica tem objetivo de esterilizar o substrato por meio de técnicas assépticas com pressão e temperatura, enquanto o cultivo natural é mais comum, ocorre sem assepsia em toras de madeira; enfim vemos a técnica de semi-compostagem onde o substrato é disposto num túnel com ventilação forçada ou vapor em determinado tempo, variando de acordo com cada espécie (MACHADO, 2019 apud EIRA, 2004; SIQUEIRA et.al., 2012; KUBICEK, 2013).

Seu cultivo traz muitos benefícios para a área rural, auxiliando na segurança alimentar e na sustentabilidade, até mesmo podendo ser utilizado como potencial fonte de renda. Não exigem muito espaço e crescem nos resíduos, o que acaba não exigindo solos férteis como as outras atividades agrícolas, sendo assim classificada como atividade rural de base ecológica. É necessário controlar a temperatura, esterilização e umidade para que a demanda seja maior e com qualidade, observando também fatores de carbono e nitrogênio, pH, temperatura e umidade (DE AGUIAR, 2016).

Influenciando diretamente o cultivo de cogumelo, as fontes de carbono como monossacarídeos, polissacarídeos, aminoácidos, compostos policíclicos, lignina e celulose são responsáveis pela contribuição energética das reações químicas e estruturais da célula que estão presentes nas palhas e bagaços, por exemplo. Os fungos hidrolisam essas substâncias para facilitar a absorção. Já o nitrogênio é fundamental para síntese proteica e outros compostos nitrogenados, quando estão na dosagem correta aumentam a capacidade produtiva dos cogumelos, mas se estiverem acima da dosagem necessária acabam inibindo o crescimento fúngico (DE AGUIAR, 2016).

O pH afeta diretamente o processo metabólico e a utilização de nutrientes, trabalhando dentro da faixa de 5,5 a 6, pois em meio ácido são propícias ao desenvolvimento dos contaminantes (De Aguiar, 2016 apud Lin, 2004). A temperatura influencia no metabolismo das células destes organismos, sendo ideal para seu crescimento faixas de temperatura até 35 °C (DE AGUIAR, 2016 apud ZADRAZIL, 1974). Afetando a disponibilidade de nutrientes, a umidade deve-se ficar em torno de 50 a 75%, fora desta faixa o substrato fica exposto ao desenvolvimento de contaminantes e com pouca disponibilidade de oxigênio. (DE AGUIAR, 2016 apud CHANG e MILES, 2004).

Articulando sobre produtos comestíveis há grande interesse em seu quadro nutricional. Pela escassez deste tipo de conteúdo relacionado aos cogumelos, as autoras Regina Prado e Helena Teixeira desenvolveram um artigo com o levantamento do valor nutricional da produção brasileira.

O estudo confirmou o grande potencial destes produtos de acordo com sua composição onde destacamos a presença de carboidratos, teor de proteína, teor de lipídeos, teor de ácido ascórbico, teor de fibra alimentar e o teor de fósforo.

Neste estudo foi trabalhado três tipos de cogumelos: shitake, shimeji e funghi onde as principais características são:

O gênero *Pleurotus* é conhecido popularmente como cogumelo-ostra ou shimeji e contém mais de cem espécies no mundo, sendo 25% delas cultivadas e comercializadas. São fundamentais para a degradação da madeira na natureza. Ocupa o 2º lugar na produção comercial do mundo e vem se tornando cada vez mais vantajoso pela sua facilidade em adaptação e baixo custo, relacionados com seu potencial enzimático. As atividades biológicas voltadas a medicina também trazem grande interesse quando falamos deste gênero pois tem efeitos antioxidante, hipocolesterolêmico, atividades antibacterianas, antifúngicas e antivirais e, por fim, previnem o aumento da pressão sanguínea (TAVARES, 2015). O grande destaque deste gênero está no *Pleurotus ostreatus* que pertence ao Reino Fungi, filo *Basidiomycota*, classe *Agaricomycetes*, ordem *Agaricales* e família *Pleurotaceae*.

O cogumelo funghi é originário do Chile muito utilizado na gastronomia, encontrado no Brasil como Funghi Secchi temos um cogumelo da espécie *Suillus luteus*, que anteriormente era denominado *Boletus luteus*, (Pegada Viva, c2023) ele se encontra na forma desidratado mas isso não faz com que eles percam suas propriedades, uma vez que são ricos em vitaminas do complexo B e C, fibras,

proteínas, antioxidantes, potássio, entre outros (La Violetera, c2023). Além disso, esse cogumelo traz muitos benefícios para o corpo humano, alguns deles são: ajudar a controlar os níveis de açúcar no sangue, fortalecer os ossos, aumentar a imunidade, ser antioxidante.

E o terceiro cogumelo utilizado foi o cientificamente chamado de *Lentinula edodes* e popularmente de “shitake”, também é um comestível e utilizado na culinária, chega até ser confundido com o shimeji, porém essa é nativo do leste da Ásia. Assim como os outros, ele é rico em proteínas, faz bem para a imunidade, tem propriedades anticâncer, entre outros benefícios. (eCycle, c2023) entretanto, a quantidade de compostos bioativos acaba oscilando conforme sua forma de cultivo, armazenamento e preparo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho foi realizado de maneira experimental, utilizando os laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa, onde foram feitas os preparos dos cogumelos e posteriormente o da cerveja, para isso, buscamos utilizar os equipamentos disponíveis na universidade e para algumas análises precisamos do apoio de uma cervejaria para quantificar as amostras. Todas as análises foram realizadas de maneira quantitativa e qualitativa, fazendo uma comparação de uma cerveja com receita padrão blond ale (sem alterações) e receitas com adição de cogumelos.

Para começar a produção da cerveja, foi necessário fazer a preparação dos cogumelos, onde foram usados os tipos: Funghi, Shimeji e Shitake, os três tipos foram desidratados em estufa, para que fosse mais fácil o manuseio durante o processo.

Em paralelo com a desidratação dos cogumelos, foi começado os preparativos para a cerveja, foi necessário moer o malte (o escolhido foi o tipo pilsen e viena), onde foi utilizado uma quantidade de 6Kg do primeiro e 1Kg do segundo. Foi colocado 25 L de água para aquecer, ao momento que a temperatura chegou a 68 °C foi acrescentado o malte moído e o processo ficou em constante agitação durante 50 minutos, em uma temperatura média de 65 a 67 °C. Após o término desse tempo, o mosto ficou em repouso por 10 minutos e foi filtrado e lavado com água a 78 °C e posteriormente dividido em 5 painéis diferentes, para que assim fosse possível separar cada tipo de cerveja, os cogumelos utilizados e suas concentrações estão apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 Representação das cervejas artesanais elaboradas para estudo

Nome	Tipo de Cogumelo	Quantidade (g)	Concentração*
G1	Shitake + Funghi	150 g + 150 g	4,89 %
G2	Shitake	400 g	5,71 %
G3	Shimeji	80 g	1,14 %
G4	Funghi	250 g	3,57 %
Controle	Sem cogumelos	0 g	0 %

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

*Concentração em relação ao valor total de malte (7Kg)

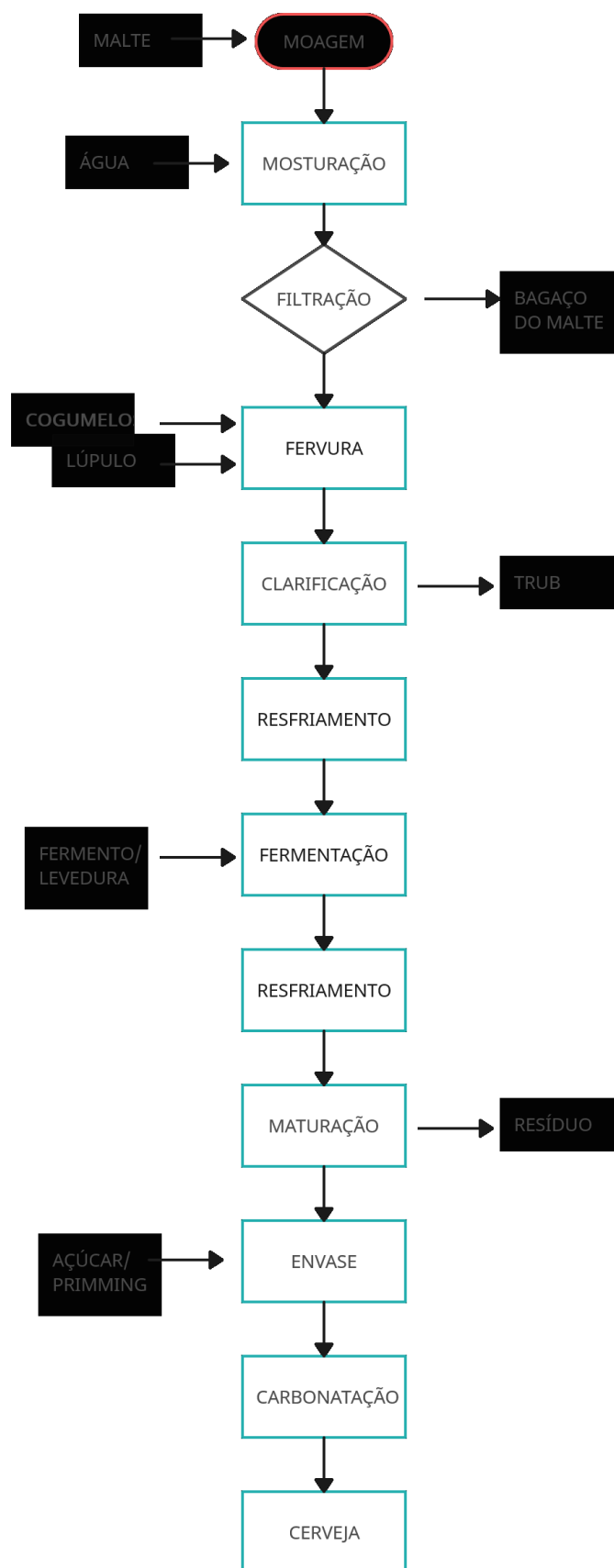
Os cogumelos foram acrescentados no processo de fervura, onde após a filtração, durou um tempo médio de 60 minutos, interrompido aos 20 minutos para

que fosse colocado os cogumelos, no caso da amostra de controle, seguiu a fervura completa sem interrupções.

Faltando 15 minutos para o final da fervura foi acrescentado o lúpulo, utilizando a técnica de whirlpool hopping, onde o lúpulo é colocado pós fervura e pré resfriamento, proporcionando maior absorção de óleos essenciais e deixando o produto mais aromático, o tipo escolhido foi o Cascade que fornece notas de toranja, limão e trazendo um aroma mais refrescante para a bebida. Após a fervura foi realizada uma nova filtração com o intuito de reter os cogumelos e termos apenas o líquido. O próximo passo foi o resfriamento, o qual foi necessário o auxílio de uma bacia com água fria pois não havia um equipamento específico, como por exemplo um chiller, depois foi realizado cautelosamente (para que não houvesse passagem do trub) a transferência do mosto para os galões de plástico (adaptação para a inserção de um airlock), onde foi feito o armazenamento das amostras para a fermentação, permanecendo por volta de 15 dias fechadas em um ambiente escuro à temperatura ambiente, a levedura usada (ou fermento) foi a CY115 da marca Angel. Seguinte a esse período veio o processo de maturação, onde foram retirados os airlocks, as garrafas vedadas e as amostras ficaram dentro de uma geladeira por aproximadamente 20 dias.

Uma vez que as amostras já estavam prontas (havam passado pelo processo de maturação), elas foram abertas, novamente filtradas, tirando os sedimentos que ficaram ao fundo, foi adicionada uma quantidade de açúcar e envasadas em sua embalagem final, prontas para a realização de uma carbonatação secundária para seguir com as análises.

Na figura 4 temos a representação do processo produtivo das cervejas G1, G2, G3 e G4. Na cerveja controle o fluxo foi praticamente o mesmo, mas sem a entrada de cogumelos na fervura.

Figura 4 Fluxograma do processo produtivo

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

4.1 MÉTODOS

4.1.1 DEGUSTAÇÃO DIRIGIDA

Para começar os testes das cervejas, foram feitas teste sensoriais de forma informal através de uma degustação dirigida, pois uma vez que alguns métodos são realizados com reagentes de grande valor, o sensorial veio primeiro para nortear os testes de laboratório.

Foi separado um grupo de 6 alunos de uma faixa etária de 20 a 25 anos e sem conhecimento do tipo de cogumelo utilizado em cada amostra de cerveja, foram feitas as considerações (incluindo a cerveja controle). Por unanimidade temos que a G4 foi a preferida, contendo um leve fundo de sabor de cogumelos, ela era a mais parecida com a controle, mesmo a G3 tendo concentração mais baixa de cogumelos o sabor dela era mais acentuada e com fortes notas do adjunto utilizado, deixando a cerveja mais amarga, e poucas notas de Blond Ale.

Em quesitos de sabor e aromas todas foram aprovadas, mesmo algumas apresentando cores mais escuras, não foi um impeditivo para as pessoas beberem ou cogitarem não comprar.

Como resultado da pesquisa de degustação dirigida, temos que a G4, cerveja produzida com 250g de Funghi foi a preferida e assim demos continuidade nos testes de laboratório apenas com ela.

Figura 5 Amostras da cerveja artesanal realizada para análises



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

4.1.2 DESCARBONATAÇÃO

Para começar as análises da cerveja e obter resultados mais precisos, é necessário fazer a decarbonatação, ou seja, haverá a retirada do CO_2 , essa etapa é necessária para poder realizar os outros testes, uma vez que em alguns aparelhos o gás carbônico pode dar interferência e segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008), amostras contendo altos teores de gás carbônico, como as de cervejas, devem ser decarbonatadas previamente às análises. (TEIXEIRA e PADILHA, 2021). Para isso, foi utilizado o equipamento de Banho Ultrassônico Conjugado da SolidSteel. Os parâmetros foram de 35,9 – 41,5 °C durante 50 minutos, dessa forma as bolhas formadas pelo gás carbônico eram estouradas por conta da frequência do equipamento de 40 KHz.

Figura 6 Cervejas decarbonatando



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

4.1.3 ANÁLISE DE ÁLCOOL

A análise em questão contou com o apoio de uma das cervejarias da cidade de Ponta Grossa, nesta cervejaria eles contam com o equipamento Alcolyzer da

Anton Paar, que determina o teor alcoólico sem influência de outros ingredientes de amostra e o valor medido é com base no método único e seletivo de absorção NIR. Esta absorção nada mais é do que a espectroscopia de infravermelho próximo, técnica usada para analisar amostras orgânicas, principalmente alimentos por se mostrar o método mais eficiente para monitorar e controlar a qualidade e segurança do produto, através da emissão da radiação eletromagnética no infravermelho próximo de 780 nm a 2500 nm. As calibrações e ajustes do equipamento são segredo do processo industrial da cervejeira que prestou apoio.

4.1.3 ANÁLISE DE pH

Para determinar o pH foi utilizado o aparelho digital da Atra, que inicialmente foi calibrado com soluções tampão de pH 4.00, 7.00, 9.00 e solução de cloreto de potássio. Utilizando 50 mL de cerveja G4 em um becker para realizar a leitura.

De acordo com o Compton (1978), para uma cerveja ser considerada normal, seu pH deve contemplar uma faixa de 3,8 a 4,7 ((OLIVEIRA; FABER, PLATA-OVIEDO, 2015).

4.1.4 DETERMINAÇÃO DA COR

A determinação da cor também foi realizada na cervejaria de apoio. A amostra foi filtrada com terra diatomácea em um filtro, funil de vidro, becker e 30 mL de amostra. Foi utilizado um espectrômetro, o seu modelo não pode ser revelado, mas o equipamento foi calibrado para emitir um feixe de luz com comprimento de onda de 430 nm.

4.1.5 DETERMINAÇÃO DO AMARGOR

Esse teste também foi realizado fora dos laboratórios da universidade por isso os métodos e equipamentos neste caso seguem como segredo de processo da indústria. A amostra foi centrifugada durante 15 minutos a 3500 rpm, depois foi agitada em um agitador magnético com peixinho por 30 minutos buscando retirar o CO₂ e mais 5 minutos em um agitador vertical. Feito a descarbonatação da amostra

foi pipetado 1 mL de ácido clorídrico e 20 mL de isooctano, posteriormente é realizado a leitura no comprimento de onda de 270 nm.

Figura 7 Amostras no shake para realizar descarbonatação



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

Figura 8 Amostra pronta para realização da leitura no espectrômetro



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

4.1.6 ANÁLISES DE ANTIOXIDANTES

O método DPPH foi o escolhido para realizar as análises de antioxidantes. Ele pode ser solubilizado em metanol ou etanol, sendo mais desejáveis metodologias que utilizam solventes de baixa toxicidade (OLIVEIRA, 2015). Foi realizada uma

curva de concentração e uma curva de inibição com solução de ácido ascórbico para verificarmos a atividade antioxidante da cerveja controle e da G4. O teste iniciou pesando 0,0274 g de ácido ascórbico e posteriormente diluído num balão de 100 mL, atingindo a concentração mãe da solução com 274 mg EAA/L; Depois foi realizado outras diluições da solução em sete balões volumétricos de 10 mL, a diluição consiste, primeiramente, em pipetar 5 mL do balão da solução de concentração mãe e completá-lo com etanol, para os próximos foi diminuído 1 mL de ácido ascórbico por balão até termos somente o etanol. Feitas as diluições, colocamos 0,1 mL de cada um desses balões em um tubo de ensaio devidamente identificado e adicionamos 3,9 mL de DPPH. Depois de 30 minutos realizou-se a leitura das amostras no espectrômetro UV/VIS (Engineering S.R.L, WV-MS) em 515 nm e a realização das curvas de concentração e inibição (Absorbância x Concentração de Ácido Ascórbico e Absorbância x %Inibição). Foi adicionado 5 mL de cada cerveja, seguindo a mesma metodologia, e medido seus resultados em triplicata.

Ao final da leitura com os resultados, poderemos criar uma curva cinética. (EMBRAPA,2018).

4.1.8 DETERMINAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (CFT)

O teor de compostos fenólicos totais (CFT) é estimado utilizando métodos espectrofotométricos, cromatográficos ou eletroquímicos. O mais tradicional é o método Folin-Ciocalteu, com reagente constituído pelos ácidos fosfotúngstico e fosfomolídico que tem estado de oxidação 6+ com coloração amarela (LAZZAROTO, 2020).

Quando entram em contato com os agentes redutores (polifenóis) no pH alcalino acontece a formação de molibdênio e tungstênio azul, com oxidação média de 5. Esta mudança na coloração possibilita a determinação da concentração de compostos redutores+ (LAZZAROTO, 2020).

Seguindo pelo método, onde temos cinco amostras partindo de uma menos concentrada para uma mais concentrada, emprega-se a construção de uma curva analítica para dar continuidade nos cálculos.

O teste consistiu em pegar 0,5mL da amostra de cerveja diluída em água destilada na proporção de 1:5 (v/v), em seguida foi transferida para um tubo de

ensaio e adicionado 2,5mL do reagente Folin-Ciocalteu também diluído em água destilada, mas dessa vez na proporção de 1:10 (v/v) e agitado manualmente. As amostras foram colocadas em repouso por 5 minutos e posteriormente foi adicionado 2 mL de carbonato de sódio 4% (p/v) e então deixados em repouso por 2 horas longe da claridade.

Para medir a absorbância foi utilizado 740nm no espectrofotômetro e anotado os resultados encontrados comparando com o equivalente de ácido gálico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de aplicar as metodologias acima, foi possível obter os resultados da cerveja e como já citado, por conta dos testes sensoriais, só será comparado a cerveja produzida com o Funghi com a cerveja controle, sem nenhuma adição de cogumelos.

Iniciando pela determinação de álcool, de acordo com a normativa apresentada, pode-se considerar a cerveja produzida como “cerveja”, devido a sua porcentagem de álcool que resultou 4,74 %v/v para G4 (com cogumelo) e 4,43 %v/v para a de controle (Blond Ale). Seguindo os padrões estabelecidos para as cervejas já comercializadas, que ficam entre 2,5 a 5,0 %v/v de álcool.

Os resultados obtidos para o pH das cervejas produzidas foram de 4,33 e 4,88 a 23,2 °C, para controle e G4, respectivamente. Nos padrões a cerveja produzida com cogumelos não poderia ser comercializada, porém ainda é possível trabalhar em cima do material para enquadrá-la nos parâmetros exigidos. Já finalizada pode ser adicionado uma quantidade de ácido láctico ou ácido fosfórico para redução do pH, neste caso conseguimos trabalhar na faixa normal de pH para comercialização de cerveja sem alterar o sabor do produto final. Durante o processo há formas de trabalhar em cima da água de brassagem, pois a água utilizada nessa etapa afeta diretamente o pH do mosto, outra alternativa está na correção do mosto utilizando cloreto de cálcio ou bicarbonato de sódio, e por fim, controle de pH durante a fermentação observando-o e controlando com maior rigidez a temperatura de fermentação que influencia diretamente no pH.

Analisando os resultados de cor, foi construída a Tabela 2:

Tabela 2 Resultados de cor

Amostra	Absorbância (com fator de correção)	EBC
G4	1,525 x 25	38,125
C	0,546 x 25	13,65

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

Influenciada por complexos fatores, a coloração da cerveja pode ser afetada tanto pelos grãos de malte como as fases do processo. Os grãos de malte desempenham um papel crucial, com a tonalidade variando de acordo com o tipo e a intensidade da torrefação. A reação de Maillard durante este processo de torrefação

contribui para a formação de compostos que afetam a cor e o sabor da cerveja. Além disso, o tempo e a temperatura de fervura do mosto, juntamente com a levedura e o processo de fermentação, são determinantes na coloração final. Aditivos e ingredientes especiais introduzidos, juntamente com o método de filtragem e o tempo de armazenamento, também desempenham papéis importantes na variedade de tons e nuances encontrados nos diferentes estilos de cerveja. Como a cerveja controle foi a base para a G4, e apresentou coloração mais clara, sugere-se que o aumento de EBC seja proveniente do cogumelo, uma vez que eles ao se desidratarem adquiriram uma coloração mais escura e possa ter passado para o líquido no momento de fervura.

Foi analisado também o extrato do produto acabado para as mesmas duas cervejas, resultando em 10,92 °Plato para controle e 11,97 °Plato para G4. O grau Plato é uma medida de densidade que revela a concentração de substâncias solúveis na água, especialmente açúcares, representada em graus. Quanto maior a quantidade de açúcares no mosto, maior será o grau Plato. Essa medição é fundamental para controle da qualidade da cerveja, pois oferece uma estimativa do teor de álcool que a cerveja terá após a fermentação, e também impacta o corpo e a doçura da cerveja final.

Para a obtenção do amargor, segundo a metodologia foi possível pelo espectrômetro ler, no comprimento de onda de 275,0 isooctano e obter o resultado da amostra G4 sendo 0,553 x 50, assim concluindo que o IBU da cerveja é de 27,65 units. Em inglês, a sigla IBU significa International Bitterness Unit, ou seja, representa o teor de amargor da cerveja. Como já citado, este índice quantifica a quantidade de alfa ácidos do lúpulo na bebida, determinando, assim, o grau de amargor percebido. Contudo, é relevante considerar que a percepção do amargor pode variar de pessoa para pessoa, sendo influenciada pela sensibilidade individual e pelo equilíbrio entre o amargor e outros sabores, como a doçura proveniente do malte. Embora o IBU ofereça uma medida aproximada do amargor, a experiência sensorial ao degustar a cerveja pode ser subjetiva e única para cada indivíduo.

Na Figura 2 do item 3.1.5 está representado a escala de IBU para as cervejas artesanais, que novamente fica muito próximo dos parâmetros da cerveja Amber Ale, com IBU de 20-60 units. Enquanto a cerveja produzida representou IBU de

27,65 units. O amargor é resultado da quantidade e tipo de lúpulo utilizado, o tempo de fervura e o momento que são adicionados no processo de fabricação. Deve haver equilíbrio entre o amargor e outros sabores, como a doçura do malte e a junção com o funghi, sendo crucial para a percepção final do amargor pelo consumidor, isso tudo ditará o nível de amargor na cerveja. Caso o amargor não tivesse sido aprovado pela degustação dirigida, seria necessário buscar alternativas para reduzir o amargor na cerveja final. Adotando estratégias como: diminuir o tempo de fervura do lúpulo, usar variedades de lúpulo com menor teor de alfa ácidos, reduzir a quantidade total de lúpulo, aplicar técnicas de dry hopping, e aumentar a presença de malte, intensificando a doçura e equilibrando o sabor, trazendo a percepção de uma cerveja com menor amargor.

No cenário atual observa-se que o funghi influenciou na coloração da cerveja, visto que na amostra de controle ela está nos parâmetros das cervejas artesanais mais claras, porém ainda fora do que seria o ideal para a cerveja blonde ale. Mesmo passando por uma filtração antes da análise, para torná-la mais próxima do comercializado e de agrado sensorial seria necessário ter realizado um processo de filtração muito elaborado e específico, a cerveja ficou mais turva do que as comercializadas. Para isso, muitos aditivos são adicionados à cerveja e não era o objetivo da pesquisa, uma vez que ela deveria ter aspectos mais naturais e saudáveis possível, o ideal seria buscar processos físicos para realizar uma nova filtração.

Comparando o resultado com a Figura 3 de cores e estilos de cerveja temos que na faixa de 33-39 estão as dark lager, vienna lager, marzen, amber ale, brown ale, bock, dunkel e dunkelweizen. Todas elas consideradas cervejas mais escuras do que as popularmente vendidas.

Os compostos fenólicos totais obtiveram um acréscimo da amostra de controle para a amostra G4, com valores de 131,44 mg EAG/L e 198,21 mg EAG/L, respectivamente. O lúpulo é capaz de produzir óleos essenciais ricos em compostos fenólicos juntamente com o cogumelo adicionado, durante a maturação há possibilidade de redução dos compostos fenólicos por conta do consumo das leveduras e processos oxidativos, sendo necessário deixá-las armazenadas em um tempo menor durante essa etapa. Utilizando o Quadro 1, apresentado no item 3.1.5

de referência vemos o teor dos compostos fenólicos comparando com os tipos de família das cervejas.

Observa-se nesse mesmo quadro que para faixa de 152-339 mg GAL/L para o estilo Ale não há valores de referência para quantidade dos compostos fenólicos, enquanto a cerveja produzida representou 198,21 mg GAL/L. A partir disso podemos relacionar o teor de compostos fenólicos com a atividade antioxidante da cerveja.

A adição do cogumelo funghi na cerveja trouxe grande relevância para atividade oxidante, visto que pelas propriedades nutricionais do cogumelo este era o resultado esperado. Adicionar este adjunto durante a fervura apresentou ganhos, sendo possível transferir as propriedades buscadas para a cerveja, o que nos trouxe como resultado: 152,09 mg EAA/L para cerveja controle e 243,13 mg EAA/L para cerveja G4. Com porcentagem de inibição de 43,7% e 71,9%, para controle e G4 respectivamente. Acrescentando que além dos benefícios para saúde a atividade oxidante também é importante para estabilidade do sabor da cerveja, uma vez que a oxidação é causada pela formação de trans-2-nonenal e outros aldeídos saturados e insaturados por conta da oxidação de lipídeos (VANDERHAEGEN et al., 2006).

Na Tabela 3 temos a comparação total da cerveja produzida com cogumelos como adjunto e com a controle, ambas feitas com o mesmo preparo e nas mesmas condições

Tabela 3 Resultados dos parâmetros para cerveja controle e G4

Parâmetros	Controle	G4 (produzida com Funghi)
Teor alcóólico (%ABV)	4,43	4,74
pH a 23,2°C	4,33	4,88
Coloração (EBC)	13,65	38,125
Extrato do produto acabado (°Plato)	10,92	11,97
Grau de amargor (IBU)		27,65
Fenólicos totais (mg EAG/L)	131,44	198,21
Ação antioxidante (mg EAA/L)	152,09	243,13
% de inibição	43,7	71,9

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023

Através da tabela, é observado que mesmo utilizando a mesma receita como base, as cervejas analisadas apresentaram diferença em todos os parâmetros analisados, mostrando então o impacto do adjunto dentro do processo cervejeiro, e que mesmo sendo permitido apenas uma porcentagem de adição, já é suficiente para causar impactos no produto final.

6 CONCLUSÃO

A utilização de cogumelos como adjuntos de uma cerveja artesanal com a finalidade de agregar com o produto e torná-lo mais saudável se mostrou viável, principalmente com os valores de ação antioxidante apresentados. Durante a apresentação dos resultados já foram descritas algumas melhorias que podem ser aplicadas no processo para que a cerveja se enquadre nas tolerâncias e possa desenvolver um papel ainda melhor.

No decorrer do processo de produção de cerveja, foi notado que ao usar cogumelos desidratados, eles acabaram se re-hidratando e absorvendo maior quantidade de líquido do que previsto, a princípio era para cada amostra render aproximadamente 8L e ao final algumas chegaram a render apenas 1L. Um dos fatores que seriam impeditivos para comercialização desta cerveja é o alto valor agregado dos adjuntos, uma vez que os cogumelos são muito caros no Brasil e o rendimento foi baixo.

Em caso de continuação da pesquisa, é importante optar por outro método de inserção dos cogumelos, como *in natura*, por exemplo; também pode se levar em consideração uma comparação entre a cerveja Amber Ale, no lugar de uma Blond Ale, visto que as características sensoriais são mais parecidas, uma vez que, ao cozinhar os cogumelos houve uma alteração em sua coloração, levando a cerveja apresentar cores mais fortes, além de poder testar com outras concentrações de cogumelos para que o sabor fique cada vez mais parecido com uma cerveja já comercializada.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA ARTESANAL. **Guia Completo de Maltes**. Academia Artesanal. S.d. Disponível em: <https://academiaartesanal.com.br/guia-completo-de-maltes/>. Acesso em: 29 maio 2023.

AMORIM, Eduardo. **Os 4 elementos do malte**. Cervejaria Marimbondo. 15 de maio de 2017. Disponível em: <https://www.cervejamarimbondo.com/post/os-4-elementos-malte>. Acesso em: 29 maio 2023.

AFONSO, Júlio Carlos *et.al*. Química da cerveja. **Química e Sociedade**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 98-105, mai. 2015. Disponível em: https://www.academia.edu/41134956/A_Qu%C3%ADmica_da_Cerveja_Qu%C3%A_Dmica_e_Sociedade. Acesso em: 29 maio 2023.

AGUIAR, Lorena Vieira Bentolila de. **Cultivo e avaliação nutricional de *Pleurotus ostreatus* de ocorrência na Amazônia, em condições ambientais não controladas**. Dissertação de pós-graduação (Ciências agrárias) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), 2016. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/38121/1/DissertacaoLorenaFinalposb%20%281%29.pdf>. Acesso em: 2 junho de 2023.

CERVBRASIL. **Mercado Cervejeiro: dados do setor**. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria da Cerveja, [2023]. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/mercado-cervejeiro/#. Acesso em: 10 mai. 2023.

DIÁRIO DO COMÉRCIO. **Setor cervejeiro gerou 1,9 mi de empregos**. Belo Horizonte: Diário do comércio, 2022. Disponível em: <https://diariodocomercio.com.br/negocios/setor-cervejeiro-gerou-19-mi-de-empregos/>. Acesso em: 11 mai. 2023.

BLOG OPA BIER. Pilsen e Larger: **Qual a diferença entre essas cervejas?** Joinville. Disponível em: <https://opabier.com.br/blog-opa-bier-abc-da-cerveja/pilsen-e-lager-qual-diferenca-entre-essas-cervejas/> . Acesso em: 29 novembro de 2023.

BLOG OPA BIER. Pilsen e Larger: **História da cerveja no mundo** Joinville. Disponível em: <https://opabier.com.br/blog-opa-bier-abc-da-cerveja/historia-da-cerveja-no-mundo/> . Acesso em: 29 novembro de 2023.

CERVEJA DA CASA. **Primórdios da Cerveja no Brasil**. Disponível em: <https://cervejadacasa.wordpress.com/2019/09/17/primordios-da-cerveja-no-brasil/> . Acesso em: 29 novembro 2023.

DURELLO, Renato S. *et.al*. Química do lúpulo. **Química Nova**, São Carlos, v. 42, n.8, p. 900-919, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170412>. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/9f6ba2a3-3dab-4cae-b8c4-81a95c047f5d/P18324.pdf> . Acesso em: 28 maio 2023.

EEL-USP. **Aula: Produção de cerveja**. Processos Químicos Industriais II, c2023. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840855/LOQ4023/ProducaoCerveja20150rerves.pdf>. Acesso em: 1 junho 2023.

FAGHERAZZI, Mariana Mender *et.al*. Produzir lúpulo no Brasil, utopia ou realidade?. **Revista Agronomia Brasileira**, Jaboticabal, v.2, rab201803, n2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mariana-Fagherazzi/publication/322776960_Produzir_lupulo_no_Brasil_utopia_ou_realidade/links/5aceb3930f7e9b18965a6650/Produzir-lupulo-no-Brasil-utopia-ou-realidade.pdf. Acesso em: 28 maio 2023.

FERREIRA, Afonso. **Economia**: Passo a passo como os grãos de cevada viram malte, a alma da cerveja. UOL, Passo Fundo, 2016. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2016/11/04/veja-passo-a-passo-como-os-graos-da-cevada-viram-malte-a-alma-da-cerveja.htm>. Acesso em: 1 junho 2023.

FURLANI, Regina Prado Zanes *et.al*/ GODOY, Helena Teixeira. Valor nutricional de cogumelos comestíveis. **Rev. Inst. Adolfo Luiz**. Campinas, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/778cD6MTPJ5KfYZ6y7GyW8h/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 3 junho 2023.

OLIVEIRA, Mariana *et. al*. **Elaboração de Cerveja Artesanal a Partir da Substituição Parcial do Malte por Mel**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/download/3475/pdf> Acesso em: 29 novembro 2023.

GOV. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Anvisa. Alimentos. S.d. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos>.

GONSAGA, Renan Furlan. **Desenvolvimento de híbridos de lúpulo adaptados às condições tropicais**. 2021. Tese de doutorado (Agronomia) - UNESP, campus Jaboticabal, 2021. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/213747/gonsaga_rf_dr_jabo_sub.pdf?sequence=11&isAllowed=y. Acesso em: 30 maio 2023.

HICKENBOTTOM, J.W. **Processing, types, and uses of barley malt extracts and syrups**. Cereal Foods World, v.41, n.10, p.788-90, 1996.

LAZZAROTTO, Marcelo *et.al*. Método de Folin Ciocalteau adaptado para quantificar polifenóis em extratos de erva-mate. **Revista Movimenta**. Paraná, 2020, v. 13, n. 3, p. 419-426. ISSN: 1984-4298. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222830/1/Marcelo-Lazzarotto-Metodo-de-Folin.pdf>. Acesso em: 3 junho 2023.

MACHADO, Antony Enis Virgínio. **Cultivo integrado do cogumelo *Pleurotus ostreatus* e tomate (*Solanum lycopersicum*)**. Dissertação de pós-graduação (Biotecnologia) - Universidade Federal do Tocantins, 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/207658/1/UFT-DISSERTACAO-MESTRADO.pdf>. Acesso em: 31 maio 2023.

MALLET, John. **Malte**: um guia prático do campo à cervejaria. 1. ed. Colorado: Brewing elements series, 2014.

MARINA, Anna. **Pesquisa aponta que 91 dos brasileiros querem melhorar sua saúde em 2022**. Estado de Minas. 01/02/2022. Disponível em: https://www.em.com.br/app/colunistas/anna-marina/2022/02/01/interna_anna_marina,1341570/pesquisa-aponta-que-91-dos-brasileiros-querem-melhorar-sua-saude-em-2022.shtml. Acesso em: 31 maio 2023.

MARTINEZ, Daniel *et al.* **Comparação entre trocadores de calor de casco e tubo e placas no processo de fabricação de cerveja**. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Química da Universidade São Francisco, 2016. Disponível em: <https://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2860.pdf>. Acesso em: 29 novembro 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Anuário da Cerveja 2021**. Brasília: MAPA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2021.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa Nº 65, de 10 de dezembro de 2019**. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria. Brasília: MAPA, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>. Acesso em: 10 mai. 2023.

PICCINI, Ana Rita *et.al.* **Filtração**. UFRGS, abril 2002. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prcerea/cerveja/filt1.htm>. Acesso em: 31 maio 2023.

GIORGI, Victor. **“Cultos em cerveja”**: discursos sobre a cerveja artesanal no Brasil. 2016. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/fcs/article/view/40607>. Acesso em: 29 novembro 2023.

CARVALHO, Breno. **Impacto do aumento do número de cervejarias artesanais sobre o mercado de cervejas comerciais nacional**. Trabalho de conclusão de curso da Universidade Federal de Uberlândia. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/35736/1/ImpactoAumentoN%C3%BAmero.pdf> . Acesso em: 29 novembro 2023.

PICCINI, Ana Rita *et.al.* **Fervura**. UFRGS, abril 2002. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prcerea/cerveja/fervur.htm>. Acesso em: 31 maio 2023.

PORTO, Paula de Donati. **Tecnologia de fabricação de malte**: uma revisão. 2011. Dissertação (Graduação de Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/56455/000857950.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 maio 2023.

RAMÍREZ-ANGUIANO, A. C.; SANTOYO, S.; REGLERO, G.; SOLER-RIVAS, C. Radical scavenging activities, endogenous oxidative enzymes and total phenols in edible mushrooms commonly consumed in Europe. **J. Sci Food Agric**. v. 87, p. 2272-2278, 2007

REBELLO, Flávia de Floriani Pozza. Produção de cerveja. **Revista Agrogeoambiental**. Inconfidentes, dezembro 2019. DOI: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v1n32009224>. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/224/220>. Acesso em: 30 maio 2023.

SEBRAE. **O mercado de cervejas artesanais**: no Brasil e em Santa Catarina (cenários 2018-2020). Santa Catarina: SEBRAE, 2018.

SISTEMA FIRJAN. **Tecnologia Cervejeira**. Informa, Forma, Transforma, Rio de Janeiro, 2014.

SLEIMAN, Muris. **Produção de cerveja com extrato de malte nas formas de xarope e pó**: Análise físico-química, sensorial e energética. 2002. Dissertação

(Graduação de Ciências agrárias) - UNESP, campus de Agronomia, Botucatu, 2002. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90540/sleiman_m_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 29 maio 2023.

SÓRIA, Thiago. **Lúpulo: Para Além da Cerveja**. Ciência UFRGS, Porto Alegre, 25 de março de 2021. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/ciencia/lupulo-para-alem-da-cerveja/>. Acesso em: 1 de junho de 2023.

SPÓSITO, Marcel Bellato *et.al.* **A cultura do lúpulo**. Piracicaba: Divisão de biblioteca - ESALQ/USP, 2019.

TAVARES, Anne Caroline Dantas. **Cultivo do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* INPA 1467: produção, composição centesimal e mineral**. Dissertação de mestrado (Biotecnologia) - UFAM, Manaus, 2015. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/57in97/8/Disserta%c3%a7%c3%a3o_Anne%20Caroline%20D.%20Tavares. Acesso em: 1 junho 2023.

TELEGINSKI, Fábio. **MOAGEM: Rendimento do malte e resultados industriais**. AGRARIA, c2023. Disponível em: https://www.agraria.com.br/extranet_2016/uploads/AgromalteArquivo/palestra_3_moagem_de_malte_1596198622627.pdf. Acesso em: 31 maio 2023.

VANDAL. **Camiseta Colors**. Cerveja. S.d.

WUNDERLICH, S.; BACK, W.. **Overview of Manufacturing Beer: Ingredients, Processes, and Quality Criteria**. Beer in Health and Disease Prevention, 3–16. 2009.

ZSCHOERPER, O. P. **Apostila curso cervejeiro e malteador** - Ambev. Porto Alegre - RS, 2009.

VANDERHAEGEN, B.; NEVEN, H.; VERACHTERT, H.; et al. **The Chemistry of beer aging – a critical review**. Food Chemistry, v. 95, p. 357-381, 2006.

