

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA**  
**ENGENHARIA QUÍMICA**

**CARLA LUIZA PINHEIRO TEIXEIRA**  
**CAROLINA PADILHA**

**PRODUÇÃO DE CERVEJA DE COGUMELOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2**

**PONTA GROSSA**

**2021**

**CARLA LUIZA PINHEIRO TEIXEIRA**  
**CAROLINA PADILHA**

## **PRODUÇÃO DE CERVEJA DE COGUMELOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química, do departamento de Engenharia Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Bittencourt Sydney

Coorientador: Prof. Msc. Luciano Moro Tozetto

**PONTA GROSSA**

**2021**



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.



---

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**Produção de Cerveja de Cogumelos**

por  
Carla Luiza Pinheiro Teixeira e Carolina Padilha

Monografia apresentada no dia 20 de Agosto de 2021 ao Curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr Alessandra Cristine Novak Sydney  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. Luciano Fernandes  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. Eduardo Bittencourt Sydney  
Orientador

---

Prof. Msc. Luciano Moro Tozetto  
Co-Orientador

---

Profa. Dra. Juliana de Paula Martins  
Responsável pelo TCC do Curso de Engenharia Química

## **AGRADECIMENTOS**

Durante essa importante fase da nossa vida muitas pessoas passaram por ela e cada uma agregou de uma maneira diferente e importante, que nos ajudou a seguir em frente em momentos de dificuldades. Certamente não iremos citar a todas, mas saibam que tem o nosso eterno carinho.

Agradecemos ao nosso orientador Prof. Dr Eduardo Bittencourt Sydney, por todo o conhecimento e sabedoria para nos guiar nessa trajetória.

Ao Prof. Msc. Luciano Moro Tozetto, pela paciência e apoio cedido durante a produção desse trabalho.

Ao Ricardo Carvalho da empresa Oak Bier pela parceria e apoio.

A nossa família, pelo apoio e compreensão dos nossos momentos de ausência.

A Bateria Carniceiros, pelas amizades e momentos incríveis compartilhados. E ao destino, por dar a oportunidade de nos conhecermos e aceitar o desafio de desenvolver juntos esse trabalho.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

## Resumo

TEIXEIRA, Carla Luiza Pinheiro. PADILHA, Carolina. **Produção de cerveja de cogumelos**. 2019. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Química - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

O mercado cervejeiro vem passando por uma revolução, os clientes exigem cada vez mais produtos variados e com qualidade elevada, fazendo com que receitas diferenciadas e criativas surjam no mercado. Visando uma inovação para o mercado cervejeiro foi produzida tres receitas de cerveja, do tipo Stout, adicionadas de cogumelo na etapa de fervura, sendo esses cogumelos o Champignon, Shiitake e *Cordyceps*. Também foi produzida uma receita sem os cogumelos para comparação. As cervejas foram produzidas em escala laboratorial e feitas as análises físico-químicas e organolépticas. De acordo com os resultados obtidos pudemos observar que a atividade antioxidante teve um aumento considerável com destaque para a cerveja de Champignon que teve o menor EC<sub>50</sub> de 0,58ml. Já para os compostos fenólicos tivemos a cerveja de *Cordyceps* se mostrando a com maior número de compostos em equivalentes a Ácido Gálico, apresentando um resultado de 29,82 mgGAE/g.L<sup>-1</sup>. As propriedades físico-químicas ficaram todas dentro a margem requerida para se intitular cervejas do tipo Stout segundo a literatura.

**Palavras-chave:** Cerveja. Shiitake. Champignon. *Cordyceps*. Cogumelos.

## Abstract

TEIXEIRA, Carla Luiza Pinheiro. PADILHA, Carolina. **Mushroom beer production.** 2021 49 f. Course Final Paper Bachelor's Degree in Chemical Engineering – Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2021.

The brewing market is undergoing a revolution where customers are demanding greater varied and quality in beers, increasing the number of differentiated recipes. With the intention of innovating the craft beer market, three Stout beer recipes were produced, adding mushrooms in the boiling stage and the mushrooms were Champignon, Shiitake and Cordyceps. A recipe was also produced without the addition of mushrooms for comparison. The beers were produced on a laboratory scale so that they could carry out physical, chemical and organoleptic analyses. With the results it could be observed that there was an increase in the antioxidant activity with the main one for the Champignon beer, which had its EC50 0,58ml. For phenolic compounds, cordyceps beer showed a higher result than the others, this being 29,82 mgGAE/g.L<sup>-1</sup>. The physical chemical properties were among the mark necessary to be considered stout type.

**Key-words:** Beer. Shiitake. Champignon. *Cordyceps*. Mushroom.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma da produção de cerveja.....	19
Figura 2 - Cogumelos após secagem.....	28
Figura 3 - Moagem do malte pilsen .....	29
Figura 4 - Moagem do malte escuro.....	29
Figura 5 - Processo de brassagem .....	30
Figura 6 - Recirculação do mosto.....	31
Figura 7 - Início da etapa de fervura .....	32
Figura 8 - Cerveja finalizada.....	32
Figura 9 - Amostras no banho ultrassônico .....	33
Figura 10 - Amostra sendo filtrada .....	33
Figura 11 - Medição da densidade.....	34
Figura 12 - pHmetro .....	35
Figura 13 - Espectrofotômetro.....	36
Figura 14 - Ocorrência de sacarificação.....	40
Figura 15 - Reação da atividade antioxidante do cogumelo Champignon .....	44
Figura 16 - Falha no extrato de Cordyceps .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Preparo das soluções para a curva do DPPH .....	37
Tabela 2 - Dados para construção da curva analítica para o método de Folin-Ciocalteu .....	38
Tabela 3 - Resultados do pH.....	40
Tabela 4 - Resultados do Amargor.....	41
Tabela 5 - Resultados do Teor Alcoólico.....	42
Tabela 6 - Resultados da Colorimetria .....	42
Tabela 7 - Resultados DPPH .....	43
Tabela 8 - Resultados Folin-Ciocalteu .....	45

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
1.1 PROBLEMA .....	14
1.2 OBJETIVO GERAL .....	14
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
2.1 MATÉRIAS-PRIMAS .....	15
2.1.1 Malte .....	15
2.1.2 Água .....	15
2.1.3 Lúpulo .....	16
2.1.4 Fermento .....	18
2.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO DA CERVEJA .....	18
2.2.1 Preparo do malte .....	19
2.2.2 Mosturação .....	20
2.2.3 Filtração .....	20
2.2.4 Fervura .....	20
2.2.5 Resfriamento .....	21
2.2.6 Fermentação .....	21
2.2.7 Maturação .....	22
2.2.8 Envase .....	22
2.3 COGUMELOS .....	23
2.3.1 Champignon .....	23
2.3.2 Shiitake .....	23
2.3.3 Cordyceps .....	24
2.4 SUBSTÂNCIAS EXTRAÍDAS .....	25
2.4.1 Antioxidantes .....	25
2.4.2 Compostos Fenólicos .....	26
3 MATERIAIS E METODOS .....	27
3.1 PREPARO DA CERVEJA .....	27
3.2 DESCARBONATAÇÃO .....	33
3.3 DETERMINAÇÃO DE ALCOOL .....	34
3.4 DETERMINAÇÃO DO PH .....	35
3.5 DETERMINAÇÃO DE COR .....	35
3.6 DETERMINAÇÃO DE AMARGOR .....	36
3.7 EXTRATO DO COGUMELO .....	36
3.8 ANÁLISE DE ANTIOXIDANTES .....	37
3.9 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS .....	38
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>39</b>
4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	40
4.1.1 PH .....	40

4.1.2 AMARGOR.....	41
4.1.3 TEOR ALCOOLICO.....	41
4.1.4 ANÁLISE DE COR.....	42
4.4 ANÁLISE DE ANTIOXIDANTES.....	43
4.5 ANÁLISE DE COMPOSTOS FENÓLICOS .....	45
5. CONCLUSÃO .....	46
6. REFERÊNCIAS .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

A cerveja pode ser considerada uma das bebidas de maior consumo no mundo. As artesanais podem ser consideradas de uma classe de produtos de qualidade superior e maior valor agregado, tendo seus materiais e métodos distintos aos vistos normalmente na indústria. Os cervejeiros artesanais buscam sempre por inovação em seus produtos, atraindo cada vez mais os consumidores.

Com a chegada do Covid-19 no Brasil e no mundo, os bares, restaurantes, comércios e muitos locais onde havia aglomerações foram fechados, impactando significativamente o mercado. Os brasileiros começaram a consumir cerveja em suas casas, e os dados levantados pelo Kantar evidenciam que o consumo de bebidas em casa teve um aumento de 64,6% em 2019 para 68,6% em 2020. O Euromonitor apontou dados que mostram que as vendas de cerveja em 2020 foram as maiores desde 2014, ano que o Brasil sediou a Copa do Mundo.

Concomitante com o aumento do consumo de cerveja observa-se um aumento na busca por produtos diferenciados e benéficos para a saúde. Neste contexto, tem o mercado de cogumelo que se encontra em expansão, tendo um consumo “per capita” n o Brasil de 288g/ano, segundo a Embrapa. Principalmente por se tratar de um produto com alto valor nutricional, rico em proteínas, fibras, carboidratos e tendo princípios ativos com potencial terapêutico que intensificam as células de defesa do organismo, reorganização imunológica e utilizado como complemento no tratamento de algumas enfermidades. Tendo cerca de 400 espécies de cogumelos para consumo.

A inovação é tratada como fator crucial para a expansão de qualquer variante do mercado e não é diferente no mercado cervejeiro. Quanto maior a inovação maior a probabilidade de uma empresa crescer. Hoje já vem sendo estudado a produção de cervejas em capsulas para serem vendidas junto com máquinas, diminuindo ainda mais o espaço para armazenamento e inovando na maneira de tomá-la.

Explorando essa oportunidade, esse trabalho traz a intenção de investir na produção de uma inovadora cerveja artesanal, usando o cogumelo como ingrediente. Esse tipo de ingrediente já é utilizado mundo afora, há relatos de cervejas de cogumelo Porcini, Candy cap, entre outros. Porém essa ideia ainda não é muito

disseminada no Brasil, que até 2018 encontrava-se como o terceiro maior produtor de cerveja no mundo.

Para uma produção inovadora realizaremos 3 receitas, uma utilizando o Champignon, pois a dos Campos Gerais é considerada a segunda maior produtora do cogumelo Champignon no Brasil, sendo assim de grande importância a produção do mesmo para a economia. A segunda o cogumelo Shiitake, por se destaca com um dos mais conhecidos e consumidos no país. E a última receita será com um cogumelo medicinal, o *Cordyceps*, que possui propriedades anti-inflamatórias, antioxidante, anticâncer, anti-leucêmico e entre outras diversas propriedades.

## 1.1 PROBLEMA

É possível desenvolver uma receita inovadora de cerveja artesanal utilizando cogumelo como ingrediente?

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma receita de cerveja artesanal do tipo Stout utilizando os cogumelos Champignon, Shiitake e *Cordyceps* como ingredientes.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar os cogumelos Champignon, Shiitake e *Cordyceps* como ingredientes para fabricação de três cervejas artesanais;
- Determinar em qual momento do processo de fabricação de cerveja inserir o cogumelo;
- Avaliar as atividades antioxidantes e fenólicas dos cogumelos antes de introduzi-los na receita e da cerveja sem cogumelos;
- Avaliar as atividades antioxidantes e fenólicas nas cervejas de cogumelos finalizadas;
- Avaliar as propriedades físico-químicas (pH, cor, amargor e teor alcoólico) nas cervejas sem cogumelo e com cogumelos;

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 MATÉRIAS-PRIMAS

#### 2.1.1 Malte

A alma da cerveja, também conhecido como malte, possui várias razões para ser um grão mais adequado para a produção de cerveja. Algumas delas são: as proteínas e amidos que se encontram na quantidade ideal, sendo as proteínas responsáveis pelo crescimento da levedura e o amido para serem transformados em açúcares fermentáveis; a sua atividade enzimática é apropriada para a ocasião; a casca como um filtro natural; e o sabor característico dependendo do seu grau de torra (BOAN, et al, 2014).

Ele se origina da germinação do grão da cevada, que é uma planta da família das gramíneas e apresenta alto teor de amido. Alguns países utilizam de outros tipos de cereais como, trigo, milho e sorgo, para produzir malte. Porém, segundo Venturini Filho (2000), o principal cereal que se utiliza na maltagem é o grão de cevada, de nome científico *Hondeum vulgare*. L. Por mais que todos os tipos de cereais possam ser utilizados para produzir malte, apenas a cevada pode levar o nome de malte propriamente dito, outros cereais levam nome “malte de”, malte de milho, malte de arroz, entre outros (ROSENTHAL, 2018).

A planta pode ser dividida em duas espécies, *vulgare* (seis fileiras) e *distichon* (duas fileiras). A diferença entre as duas é o alto teor de proteínas, maior teor de enzimas e menor extrato das cevadas de seis fileiras, e o inverso na planta de duas fileiras. Além de que na *vulgare* se permite um elevado uso de adjuntos cervejeiros não convertidos enquanto na *distichon* a permissão para adjuntos não convertidos é menor (BOAN, et al, 2014).

#### 2.1.2 Água

As características da água têm influência direta no produto final, sendo levado em consideração também o estilo de cerveja que se deseja produzir, visto isso, é de

se esperar que suas propriedades sejam bem definidas para garantir uma alta qualidade no produto final.

A química da água pode ter alguns impactos na cerveja, a alcalinidade e pH altos resultam em sabores adstringentes, se forem baixos podem ser utilizados em cervejas mais encorpadas, água rica em minerais são boas para cervejas amargas como as do tipo Stout, já a água que não possui muitos minerais é preferível em cervejas mais claras (SANTA RITA, 2018).

Além da composição na cerveja, a água também é utilizada em outros momentos do processo, como a lavagem, resfriamento, desinfecção, limpeza etc. Tendo um consumo médio de 6 litros de água para a produção de 1 L de cerveja.

Alguns requisitos químicos para a água utilizada na fabricação da cerveja são: ausência de metais pesados, incolor, inodoro, livre de pesticidas e pH adequado. Devido a estas características necessárias, a água deve passar por um processo de tratamento para eliminar partículas em suspensão, remover componentes indesejáveis e eliminar micro-organismos. Podendo passar por métodos como sedimentação, filtração, fervura, radiação ultravioleta e métodos químicos (BOAN, et al, 2014).

Mesmo após o tratamento, para o uso na cerveja, a água ainda deve passar por mais um preparo para adaptá-la a necessidades nutricionais da levedura e tirar substâncias que possam alterar o sabor do lúpulo e do malte. Processos como filtro de carvão ativado, osmose reversa e troca iônica de ânions e cátions são utilizados nessa etapa (BOAN, et al, 2014).

Passado todo esse tratamento, a água já está pronta para a utilização na produção da cerveja propriamente dita, ou em processos como a lavagem. Sendo as características dessa água próprias para a fabricação do estilo específico de cerveja proposto.

### 2.1.3 Lúpulo

Mesmo o lúpulo estando presente na lei da pureza alemã, não é necessário adicioná-lo para produzir a cerveja. Ele foi descoberto por uma monja, durante a Idade

Média, e utilizado unicamente como conservante natural, inclusive não teve tanta aceitação na época devido ao seu amargor. Porém, a partir do século XV ele já era

considerado o principal conservante e aromatizante das bebidas no Reino Unido (CLUBE DO MALTE, 2019).

Além de conservante, o lúpulo traz alguns benefícios para a cerveja, como ajudar a diferenciar os diferentes estilos de cerveja, visto que cada uma leva um tipo e quantidade diferente de lúpulo, contribui na estabilidade da espuma e traz algumas propriedades bactericidas, trazendo um alto teor de amargor (BOAN, et al, 2014).

Contudo, antes do lúpulo ser produzido ele é a uma planta, a *Humulus Lupulus*, uma trepadeira da família Cannabaceae que pode passar dos sete metros de altura, sendo apenas as fêmeas utilizadas na produção da cerveja (CLUBE DO MALTE, 2019).

A planta é produzida sob condições especiais de temperatura, luminosidade e umidade, sendo originalmente nos países da Europa e Ásia, porém hoje produzida com qualidade também nos Estados Unidos, Austrália, Argentina, Canadá e Nova Zelândia. No Brasil, existem notícias de lúpulo cultivado na Serra da Mantiqueira em São Bento do Sapucaí – SP. O ingrediente é normalmente comercializado em pellets, podendo também ser encontrado como folhas secas ou em extrato (LARA, 2018).

A gramínea é colhida apenas uma vez por ano, posteriormente são secados e tratados para que possam ser utilizados pelas cervejarias o ano inteiro. No interior da planta há glândulas lupulinas que possuem cor amarela e é nelas onde estão presentes os óleos e resinas que trazem ao lúpulo seu sabor e aroma tão característicos (BOAN, et al, 2014).

O lúpulo é adicionado à cerveja durante a fase de fervura e algumas variedades trazem amargor e outras trazem aroma, sendo de responsabilidade do cervejeiro determinar a variedade e quantidade deles. Ele também é um conservante natural e contrabalanceia o extremo dulçor do malte (LARA, 2018).

A lupulagem acontece normalmente em duas etapas, a primeira etapa é adicionar os lúpulos que trazem sabor e amargos. A alta temperatura fará com que os ácidos-alfas sejam convertidos em ácidos iso-alfa, porém os óleos que trazem aroma a cerveja serão evaporados devido ao maior tempo exposto a essa temperatura. Na segunda etapa são adicionados os lúpulos que trazem aroma, para que a maioria dos seus óleos essenciais se mantenha (BOAN, et al, 2014).

#### 2.1.4 Fermento

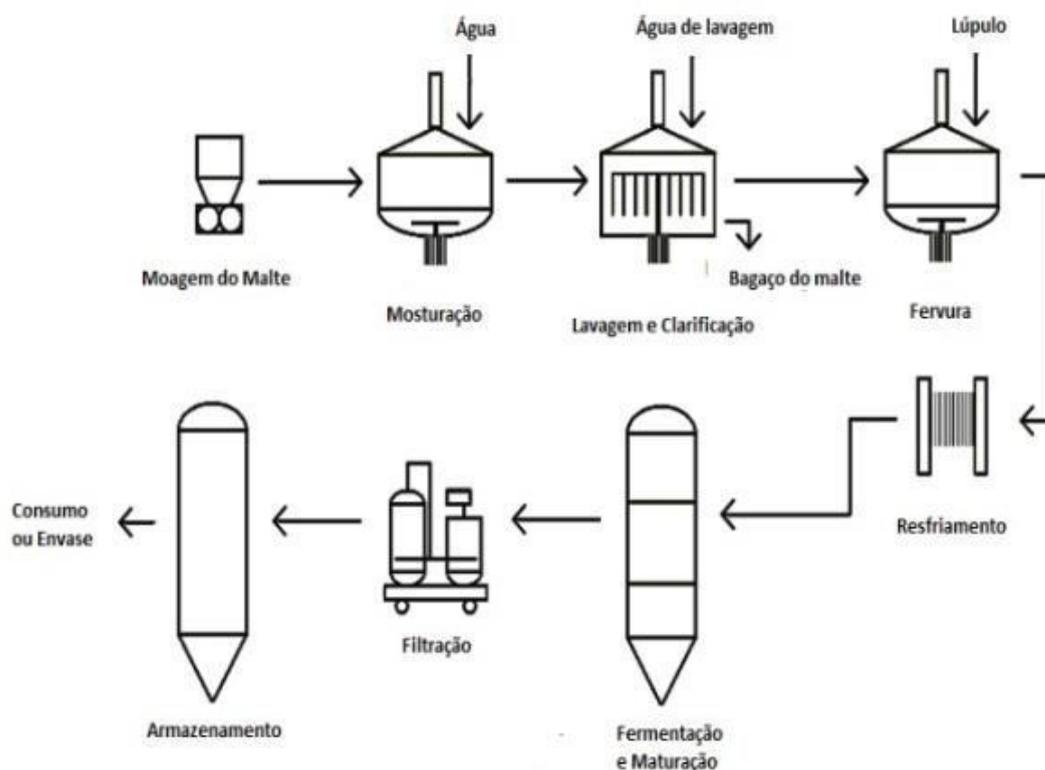
O fermento utilizado na fabricação da cerveja é, normalmente, a *Saccharomyces cerevisiae*, que, pelo processo de fermentação alcoólica, transforma os açúcares produzidos no mosto em álcool e gás carbônico do produto final. Esses microrganismos são fungos unicelulares e eucariontes que se reproduzem de forma assexuada, por brotamento (SILVA, 2019).

A levedura, mais que o mestre cervejeiro, é quem faz realmente a cerveja, visto que é ela quem produz o álcool e o CO<sub>2</sub>. Outras espécies podem ser utilizadas na fabricação de cerveja, como a *Saccharomyces uvarum*.

## 2.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO DA CERVEJA

O processo de produção da cerveja, tanto em escala industrial como em artesanal pode ser dividido em algumas etapas principais, sendo elas: moagem do malte, mosturação, filtração, fervura, resfriamento, fermentação e maturação, filtração, envase e armazenamento. A figura 3, mostra um fluxograma do processo de produção da cerveja.

Figura 1 - Fluxograma da produção de cerveja



Fonte: Tozetto (2017).

### 2.2.1 Preparo do malte

Antes da moagem é feito o processo de malteação para que ocorra a ativação das enzimas, além de modificar o grão da cevada em níveis proteolíticos, celulares e amilolíticos (modificação nos açúcares). Determinando também o sabor e cor do malte que terão influência direta na coloração, odor e sabor da bebida.

Feito o processo de malteação, a cevada já pode ser chamada de malte, e passa por um processo de moagem, que visa expor o endosperma que se encontra no interior dos grãos. O endosperma, que possui uma coloração branca, é rico em amido e, por meio das enzimas, produzirá o álcool e CO<sub>2</sub> do produto final (ROSENTHAL, 2018).

### 2.2.2 Mosturação

Mosturação ou Brassagem é a infusão do grão, após o processo de moagem, com água pré-aquecida, para que ocorra a transformação do amido em açúcares menores, fermentáveis (DISLAKEN, 2015). A elevada temperatura da água age no rompimento da estrutura cristalina do amido, favorecendo a ação da amilase. Para a amilase exercer sua função é necessário íons de cálcio, auxiliando também na manutenção do pH da água, que ocorre quando o cálcio reage com outros íons contidos nela (BOULTON e QUAIN, 2001).

Essa fusão se transforma em uma mistura densa chamada mosto. Nessa etapa ocorre um exigente controle de tempo e temperatura, com o objetivo de auxiliar na eficiência da conversão do amido em açúcares (NACHEL e ETTLINGER, 2014).

### 2.2.3 Filtração

A filtração tem a finalidade de separar o mosto do bagaço do malte, é feita normalmente por gravidade nas tinas de filtração, podendo também ser feita em filtro prensa e com panos de algodão ou nylon. O que diferencia e vai determinar o melhor método para a filtração é o tempo, preço, espaço ocupado, claridade do mosto, recuperação de extrato, facilidade de limpeza e consumo de água (PICCINI et al, 2002).

O mosto que sai dessa operação unitária deve ter o menor grau de turbidez possível, visto que isso implica também na turbidez do produto final (PICCINI et al, 2002).

### 2.2.4 Fervura

Após a filtração do mosto, o mesmo já deve se encontrar com o mínimo de turbidez possível para ir para o processo de fervura. Esta próxima etapa tem várias finalidades, duas delas são a esterilização do mosto e o contrabalanceamento do dulçor do malte com o lúpulo. A lupulagem é feita em duas ou até três etapas, sendo as primeiras responsáveis pelo amargor e sabor e posteriormente a lupulagem de aroma. O lúpulo é adicionado necessariamente nessa ordem devido aos óleos

essenciais que evaporam com facilidade e, se forem colocados no começo da evaporação, não surtirão efeito. Já os lúpulos de amargor têm uma maior eficiência quando ficam expostos mais tempo a alta temperatura, por isso adicionados primeiro. Agora é chamado, o que antes era só mosto, de mosto lupulado ou amargo. (NACHEL e ETTLINGER, 2014).

#### 2.2.5 Resfriamento

Finalizado o processo de fervura, e esperado o trub decantar por 30 min., inicia-se o resfriamento do mosto. Esse processo deve ser feito porque as leveduras normalmente, não resistem a temperaturas superiores a 35°C e também deve ser feito de maneira rápida devido algumas circunstâncias. Quanto menor o tempo de queda de temperatura, menor é a probabilidade de contaminação, ajudando também a ter uma cerveja mais límpida devido a algumas proteínas que do mosto que se coagulam ao ter um resfriamento abrupto. O resfriamento brusco também tem influência no sabor da cerveja, pois, quando ocorre o processo de fervura, alguns compostos não desejados são gerados e evaporados, como, por exemplo, os compostos sulfurosos; se o resfriamento ocorrer de forma lenta, esses compostos não serão evaporados (DISNKALEN, 2015).

#### 2.2.6 Fermentação

*Saccharomyces ceravisiae* é um tipo de fungo usado como fermento na produção de cerveja. No processo de fermentação, açúcares menores, glicose e maltose, são absorvidas pelas células da levedura, gerando dióxido de carbono e álcool. O fermento tem a capacidade de viver sem oxigênio, e ao longo do processo de fermentação o oxigênio é usado pelas células de leveduras para gerar quimicamente ácidos graxos insaturados e esteróis, com o objetivo de desenvolver e manter suas membranas celulares. Nesse período as células de leveduras clonam-se, gerando células pequenas e essas podem gerar suas células filhas.

A sequência do consumo dos açúcares feito pela levedura é monossacarídeos e o dissacarídeo, sacarose, a maltose (constituente principal do mosto) e termina com o trissacarídeo e a maltotriose. Outros componentes, além do metanol e o dióxido de

carbono podem ser gerados, podendo ser desejáveis, ésteres, causador das notas de frutas da cerveja, e fenóis, geram notas de especiarias. Os não desejáveis são os precursores do diacetil e produtores de álcoois.

As células de leveduras entram em hibernação quando o alimento é esgotado e suas membranas estão obsoletas. (PALMER, 2017)

Portanto o processo de fermentação em três estágios, temos, a fase de adaptação, um curto período, geralmente não passa de um dia, acontece antes da fase de crescimento, caracterizada pela multiplicação das leveduras, a fase de alto crescimento ou fase primária, quando a fermentação ocorre, e como consequência temos a produção de álcool e dióxido de carbono, essa etapa ocorre em um período mais longo, de 10 a 15 dias, e por fim temos a fase secundária, quando a levedura remove os componentes indesejáveis. (HUGHES, 2014)

### 2.2.7 Maturação

A etapa de maturação pode fazer a diferença no produto final, visto que ela tem como objetivo sedimentar as leveduras que ainda estiverem em suspensão, precipitação de proteínas, ajuste de aromas e controle off -flavors (como o diacetil e o DMS), saturação de gás carbônico e suavização da cerveja (LARA, 2018).

O tempo e temperatura que ocorrerá a maturação dependerão do estilo de cerveja que se deseja produzir. Cervejas do tipo Weiss costumam ser consumidas mais frescas, com um tempo menor de maturação, enquanto cervejas do tipo Oud Brouin, como as Barley Wine; ficam por meses no processo de maturação. De um modo geral, pode-se dizer que cervejas com maior teor alcoólico e sabores mais complexos ficam por mais tempo na maturação (DISNLAKEN, 2016).

### 2.2.8 Envase

Após o processo de maturação a cerveja já pode ser servida e para isso existem várias formas, por exemplo, servir no local, que é quando a cerveja pronta é transferida para o tanque de servir, e de conservar cerveja, e tanque de cerveja

clarificada, exercendo a função de um barril gigante, sendo usualmente conectado ao dispositivo de torneira de onde a cerveja é retirada. Em caso de a cerveja ser

transportada por navios, ela é extraída do tanque, depois do tempo adequado de maturação, para a execução da filtração e por fim embarrilar sob pressão, também podendo ser engarrafada ou enlatada. Nos dois últimos casos, a cerveja pode ser pasteurizada com a finalidade de matar qualquer célula que possa contaminar o processo (NACHEL e ETTLINGER, 2014).

## 2.3 COGUMELOS

### 2.3.1 Champignon

O Champignon de Paris é um fungo, de nome científico *Agaricus bisporus*, é o qual domina o mercado em todo o mundo, tendo cerca de 68% da produção total de cogumelos. Tem tecnologias e industrialização de cultivo bem definidas (SANTANA, 2014).

Segundo Jesus (2011), seu cultivo teve origem na França, quando produtores de melão identificaram que, sobre camas para estocagem dos frutos que eram compostas por misturas de esterco de animais com palhas de diversos tipos (aveia, trigo, arroz), desenvolviam-se cogumelos com alto valor de gastronômico.

A cultura de cogumelos se instalou no Brasil com a vinda dos imigrantes de Taiwan para Mogi das Cruzes, SP, onde se encontra a maior produção de Champignon do Brasil (SANTANA, 2014).

O cogumelo possui um teor de proteína elevado, chegando a uma média de 28,5% nos dessa espécie, possuindo oito aminoácidos essenciais e alguns não essenciais. Possui um teor de gordura variando de 0,7% a 9,7%, sendo composta por várias classes de lipídeos, sendo alguns deles os ácidos graxos livres, mono, di e triglicerídios, esteróis, terpenóides e fosfolipídios, se destacando a lecitina. Contendo também um grande teor de fibras, chegando à média de 20,44% (FURLANI, 2007).

### 2.3.2 Shiitake

O *Lentinula edodes*, também conhecido como shiitake, cogumelo de cor marrom e um chapéu largo no topo, possui aroma amadeirado que fica mais notório

quando desidratado. Possui alta concentração de guanilato, elemento responsável pela sensação do gosto umami, muito utilizado na gastronomia japonesa. Possui uma quantidade de carboidratos de 2,8g e 1,8g de proteínas em uma porção de 50g. (NAYUMI, 2019).

Também conhecido como “cogumelo do carvalho”, representa 10% do total da produção mundial de cogumelos, tendo um foco de produção do Japão, China e Coréia. Comparando que, no Brasil, a produção representa cerca 12% dos cogumelos comercializados na forma “in natura”.

Para seu cultivo é recomendável ambiente climatizado que tenham a temperatura e luz controlados. O local deve ser bastante úmido e temperaturas entre 10 e 30 graus com altitude média de 800 metros (CRANIO, 2005). Sua maioria é feita em troncos de eucalipto, preferido pelos produtores devido ao rápido crescimento, menor custo e maior disponibilidade. Outras toras também podem ser utilizadas como carvalho e noqueira, devido a suas propriedades resistentes a intempéries, o cogumelo costuma ter facilidade na produção.

### 2.3.3 Cordyceps

*Cordyceps militaris* é um fungo entomopatogênico, ou seja, ele causa doenças em insetos. Esse processo ocorre quando um esporo desse fungo toma um inseto como hospedeiro, a partir de então o fungo inicia a ação de tecer dentro e ao redor dos órgãos vitais dos insetos. Em algumas espécies o *cordyceps* afeta o sistema nervoso, levando o inseto a se locomover para um lugar onde os esporos sejam espalhados, para atingir outros insetos. Após um tempo depois da morte desse inseto, o cogumelo começa a se formar.

Algumas propriedades medicinais desse cogumelo são: anti-inflamatório, antioxidante, antienvelhecimento, antitumoral, anticâncer, anti-leucêmico, imunomodulador, antimicrobiano, antibacteriano, antiviral e entre outras propriedades (BRONW, 2016).

Segundo Cerri (2021), devido à alta demanda de mercado, periodicidade limitada e dificuldade de cultivo em laboratório, o governo chinês chegou a declarar o *O. sinensis*, espécie do *Cordyceps* selvagem, como ameaçada de extinção. Com isso, se deram a necessidade de investimento em cultivo do gênero em laboratório,

voltando assim os estudos para o *Cordyceps militaris* para atender a demanda do mercado internacional. O mesmo se adapta em uma serie de variedades de fontes de nitrogênio e carbono e pode ser cultivado em meio líquido e meio sólido.

## 2.4 SUBSTANCIAS EXTRAÍDAS

### 2.4.1 Antioxidantes

O início, ou propagação, das reações em cadeia de oxidação, pode ocasionar a oxidação de lipídios e outras moléculas, como alternativa para retardar ou inibir esse fenômeno temos os compostos antioxidantes.

Alguns estudos mostraram que, ingerindo diariamente substâncias antioxidantes podemos produzir um ato protetor contra os processos oxidativos, que acontecem naturalmente em nossos organismos, podendo gerar uma série de doenças, como, câncer, aterosclerose, diabetes, artrite, malária, AIDS, doenças do coração, que podem estar relacionadas à ação nociva causada pela forma de oxigênio muito reativo, chamadas de “substâncias reativas oxigenadas” (ROS).

Podemos dizer que as ROS's são uma variedade de formas de oxigênio ativado, os radicais livres estão inclusos nelas. Os ROS's podem ser constituídos de inúmeras maneiras nos organismos vivos, como por exemplo, temos as fontes exógenas produtoras de radicais livres englobando a fumaça do tabaco, radiações ionizantes, solventes orgânicos e pesticidas.

Nos anos 80, teve um aumento na procura de antioxidantes em produtos alimentícios e farmacêuticos no intuito de substituir os antioxidantes sintéticos, que possuem potencial carcinogênese, acarreta o aumento do peso do fígado e significativa proliferação do retículo endoplasmático.

Frutas, vegetais em geral e condimentos são matérias primas in natura que carregam inúmeros fitoquímicos, além de compostos fenólicos, como, compostos nitrogenados, carotenoides, ácido ascórbico e tocoferóis. E uma grande variedade desses fitoquímicos possuem significativa atividade antioxidante e estão relacionados no combate ao câncer (DEGÁSPARI, 2004).

### 2.4.2 Compostos Fenólicos

As plantas, no processo de desenvolvimento, sintetizam metabólitos secundários devido às condições de estresse (infecção, fermento, radiação UV etc.), que podemos denominá-los como compostos fenólicos. (NACZK e SHAHIDI, 2004).

Esses compostos são estruturas químicas que contém hidroxilas e anéis aromáticos, podendo ser encontrados ou na forma simples ou na forma de polímeros, proporcionando a ação antioxidante. Eles podem ser sintéticos ou naturais, sobressaindo como naturais os flavonoides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis. Podemos os encontrar em grande escala em plantas, atuando no crescimento e na reprodução dos vegetais, e indo mais afundo, eles agem como agentes antipatogênicos e cooperam na pigmentação. Já nos alimentos eles respondem pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa.

Os compostos fenólicos se encaixam no grupo de antioxidantes primários, pois interrompem a cadeia da reação doando elétrons ou hidrogênio aos radicais livres, a consequência é a conversão dos compostos em produtos termodinamicamente estáveis.

O mecanismo da ação antioxidante exerce uma função que merece atenção na redução da oxidação lipídica em tecidos animais e vegetais, que além de conservar a qualidade do alimento ela diminui a probabilidade de desenvolvimento de patologias, como por exemplo, arteriosclerose e câncer. Dentre à inibição de cânceres que a atividade anticarcinogênica dos compostos fenólicos estão o de cólon, esôfago, pulmão, fígado, mama e pele. (ANGELO e JORGE, 2006).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho trata-se de pesquisa de natureza aplicada, visto que os conhecimentos gerados poderão ser aplicados posteriormente. Ela será feita nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa. O objeto será de laboratório, sendo a coleta de dados por observação periódica e a análise dos dados quantitativa e qualitativa.

Para concluir os objetivos gerais e específicos será avaliada a influência dos cogumelos na cerveja, isso ocorreu em três partes. A primeira, a produção das cervejas, posteriormente realizou as análises de teor alcoólico, pH, cor e amargor, com a cerveja finalizada com cogumelo e sem cogumelo. Finalizando com a análise das atividades antioxidantes e fenólicas do extrato do cogumelo propriamente dito e nas cervejas com e sem a adição do cogumelo. Realizando as análises de determinação de atividade antioxidante, pelo método DPPH, e a determinação de compostos fenólicos, pelo método Folin -Ciocalteu.

#### 3.1 PREPARO DA CERVEJA

A cerveja foi fabricada em conjunto da empresa Oak Bier, utilizando sua receita e suas matérias primas para a produção de uma cerveja escura do tipo Stout. Antes de iniciar o processo da fabricação das cervejas foi realizado o preparo das matérias primas, sendo necessários os processos da secagem dos cogumelos Champignon e Shiitake, correção da água e moagem do malte.

No caso dos cogumelos Champignon e Shiitake, como foram comprados *in natura*, foi realizada a inclusão do processo de secagem, com a finalidade de retirar toda a água dessa matéria prima, possibilitando o uso no momento da fervura, no processo de produção da cerveja.

Para iniciar o processo de secagem dos cogumelos, foi separado 1Kg de cada tipo de cogumelo em bandejas de alumínio, inseridas na estufa a 80°C por um período de 5 dias. A Figura 2 expõe o resultado dessa etapa.

Figura 2 - Cogumelos após secagem



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Seguindo as etapas de preparo das matérias primas, no passo da correção da água, foi aquecido 20 L água de água mineral. Ao atingir 45°C, a temperatura monitorada com o termômetro, foram inseridos 20 g sulfato de cálcio, e, posteriormente, 2 g sulfato de cobre. Esse passo tem extrema importância, pois ajusta o pH da água, influenciando no amargor e sabor final, como dito anteriormente, segundo Rita, a alcalinidade e pH altos resultam em sabores adstringentes, se forem baixos podem ser utilizados em cervejas mais encorpadas, água rica em minerais são boas para cervejas amargas como as do tipo Stout, cerveja produzida neste presente trabalho.

Finalizando a etapa de preparação da matéria prima temos a moagem de 7 Kg de malte pilsen e 5% desse valor de malte escuro (Carafa 2 Special), utilizando um moinho de disco manual, conforme a Figura 3 e 4:

Figura 3 - Moagem do malte pilsen



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Figura 4 - Moagem do malte escuro



Fonte: Autoria Própria, 2021.

O malte é a fonte de açúcares que serão liberados quando produzido o mosto e posteriormente utilizados para alimentar as leveduras que produzirão o álcool, CO<sub>2</sub> e liberação de calor na mistura. Sendo o responsável por algumas características do produto final, sendo esses: a cor, devido ao grau de torra dos maltes escuros utilizados; o corpo, que com algumas proteínas e açúcares complexos darão mais textura a cerveja; dulçor, que se deve aos açúcares liberados no mosto; sabor e aroma, também devido ao grau de torra do malte; a filtragem, pois sua casca auxilia a deixar a cerveja translúcida; e a espuma, devido também as proteínas e açúcares que

formam uma rede que não deixa o gás CO<sub>2</sub> escapar, formando assim uma espuma cremosa e consistente (ROSENTHAL, 2018).

Com os preparos das matérias primas concluídos iniciou-se o processo de produção da cerveja, Figura 5, com a etapa seguinte da moagem, mosturação ou brassagem. Com a água previamente aquecida e corrigidos os sais. Inicia-se a mistura do malte moído tipo pilsen com a água em aquecimento, realizando o movimento de brassagem por 15 minutos, passado esse tempo foi inserido o malte escuro e o retorno do movimento até o atingimento de uma temperatura de 55°C. Posteriormente interrompeu o aquecimento e continuou a brassagem no período de 15 minutos, em sequência retornou com o aquecimento até que a mistura chegasse aos 65°C e descansasse por 60 minutos. Finalizando o processo com o reaquecimento até atingir 72°C, após atingir essa temperatura permaneceu em aquecimento durante 10 minutos, chegando em uma temperatura final de 78°C. Foi realizado o teste do lugol para a sacarificação do amido, chegando na afirmação da transformação da mistura em mosto.

Figura 5 - Processo de brassagem



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Em paralelo ao processo de brassagem ocorria o aquecimento de 30 L de água mineral, chegando a uma temperatura final de 78°C para a etapa de filtração.

Antes da lavagem do mosto ocorreu a clarificação, realizando a recirculação em tina de filtração, duas vezes com a quantia de 5 L cada, Figura 6.

Figura 6 - Recirculação do mosto



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Posteriormente lavou o mosto com a introdução da água previamente aquecida. Os dois últimos passos, recirculação e adição da água para lavagem, foram feitos com muita cautela e lentos, com a finalidade de não oxidar o mosto, além de certificar que a etapa seja feita com uma baixa vazão, não ocorrendo o arraste do malte.

Dando sequência ao processo, iniciou a etapa de fervura, Figura 7, separando o mosto já filtrado em 4 panelas, cada uma contendo 10 L deste. Para cada panela, ao início da fervura, foram adicionados 10 g do lúpulo de amargor (Hallertau Magnum 14,8%, e exatamente 5 minutos antes de finalizar este processo, foram introduzidos 25g do lúpulo de aroma (Harlletau Tettnan g 4,3% clarificante whirlploc, e 300 g de um cogumelo diferente em cada panela, separando apenas um para ser nossa cerveja controle, resultando em 30 g de Cogumelo/L. E Finalizando a etapa da fervura, ocorreu 30 minutos de descanso da mistura, antes que iniciasse o resfriamento para a formação do trub, proteína desnaturada que decanta para o fundo.

Figura 7 - Início da etapa de fervura



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Agora, no processo de resfriamento, utilizamos o método de banho maria, introduzindo os 4 recipientes em gelo até atingir a temperatura de 25°C. Sequencialmente ao resfriamento a mistura passou por uma agitação rigorosa, com a finalidade de dissolver o oxigênio, e posteriormente foi introduzido as leveduras de segunda geração, e pôr fim a adição do fermento e lacramento dos recipientes para serem guardados em um refrigerador a uma temperatura de aproximadamente 13°C durante 15 dias. Finalizado a etapa de fermentação, iniciamos a etapa de maturação, a qual ocorreu a diminuição da temperatura de refrigeração, até atingir 5°C, e permanecendo mais 20 dias em descanso. Para o envase utilizamos a técnica por pressão, preenchendo garrafas Ambar de 600 mL.

Figura 8 - Cerveja finalizada



Fonte: Autoria Própria, 2021.

## 3.2DESCARBONATAÇÃO

Para realizar as análises da cerveja, foi preciso inicialmente decarbonatar as amostras, transferindo para um béquer 500 mL da amostra e introduzindo no equipamento, Lavadora Ultrassônica L2000 da Schuster, por 5 minutos, como mostrado a Figura 9, mantendo a temperatura da cerveja entre 20-25 °C

Figura 9 - Amostras no banho ultrassônico



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Em sequência a filtração de cada amostra com um funil, papel filtro e um erlenmeyer, Figura 10.

Figura 10 - Amostra sendo filtrada



Fonte: Autoria Própria, 2021.

### 3.3 DETERMINAÇÃO DE ÁLCOOL

Com um auxílio de um densímetro, como mostra a Figura 11, mediu-se a densidade do mosto ainda no processo de produção da cerveja (OG) e ao final com a cerveja finalizada (FG), com a subtração desses valores, chegamos ao valor de açúcares que foram consumidos na etapa de fermentação transformando-se em CO<sub>2</sub>. Com o valor definido utilizamos a seguinte equação que Kunze e Hendel (2006) e Hampson (2009) trazem em suas obras para realizar o cálculo da ABV (Alcohol by volume – álcool por volume) ou % (V/V).

Equação 1 - % de álcool por volume

$$= 1,05 * \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

0,79 \* 100

Onde:

1,05 = número de gramas de álcool produzido para cada grama de CO<sub>2</sub> produzido.

0,79 = densidade do álcool.

Figura 11 – Medindo a densidade



Fonte: Autoria Própria, 2021.

### 3.4 DETERMINAÇÃO DO PH

Para a determinação do pH foi utilizado a metodologia descrita no método 017/IV contido no documento Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, contido nas normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.

Inicialmente calibramos o aparelho PHS-3E – Even, Figura 12, com as soluções tampão de pH 4 e 10, como nossa amostra é líquida foi medido o pH diretamente, com uma alíquota de cada cerveja em beckers. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Figura 12 - pHmetro



Fonte: Autoria Própria, 2021.

### 3.5 DETERMINAÇÃO DA COR

Com as cervejas, já descarboxadas e filtradas, foram inseridas na cubeta de vidro de espessura de 10 mm, seguida de uma leitura no espectrofotômetro FENTO 800 XI, Figura 13, com uma absorvância de 430 nm, seguindo o método 8.5 espectrofotométrico Analytica - EBC (European Brewery Convention, 2005). O resultado foi inserido na equação abaixo.

Equação 2 - Cor EBC  
 $\text{Cor EBC} = 25 \times \text{Absorbância}$

Figura 13 - Espectrofotômetro



Fonte: Autoria Própria, 2021.

### 3.6 DETERMINAÇÃO DO AMARGOR

O método utilizado para mensurar o amargor foi medido espectrofotometricamente, utilizando o espectrofotômetro FENTO 800 XI, Figura 13, as substâncias do lúpulo que são responsáveis pelo amargor, os alfas e beta ácidos, tendo seu resultado expresso em Unidades de Amargor (B.U.). A extração das substâncias amargas foi feita com iso-octano (2,2,4-trimetilpentano). Um volume de 20 mL da amostra com a adição de 0,5 mL de HCL 6,0 mol L<sup>-1</sup>, misturadas com 20,0 mL de iso-octano. Posteriormente será medido no espectrofotômetro com o comprimento de onda de 275 nm em cubeta de quartzo de 10 mm. Posteriormente foi calculado o amargor pela seguinte equação:

Equação 3 - Amargor B.U.

$$\text{Abs } 275\text{nm} * 50 = \text{Amargor(B.U.)}$$

### 3.7 EXTRATO DO COGUMELO

Com os cogumelos secos, foi pesado 1g de cada cogumelo e adicionados a 10 mL de água destilada em tubos de ensaio com tampa. Em sequência as amostras foram levadas para o agitador a 120 rpm e 50°C. Ao sair do agitador, a amostra foi levada para centrífuga por 15 minutos, para a sedimentação das partículas solidas, pois essas podem interferir na análise realizada futuramente no espectrofotômetro

### 3.8 ANÁLISE DE ANTIOXIDANTES

Para a determinação de atividade antioxidante foi utilizado o método do DPPH, assim cada extrato e amostra de cerveja foram diluídos em 5 concentrações, diluindo com metanol de 20 em 20  $\mu\text{L}$ , até atingir um total máximo de 0,1ml de amostra (extrato e metanol), mostrados na Tabela 1. As amostras continham a mesma quantidade de DPPH, 3,9 mL, a diferença entre elas está na quantidade de metanol e extrato, portanto quanto mais concentradas, mais amostra e menos metanol. Para realizar o branco utilizou 3,9 mL de solução de DPPH e 0,1 mL de metanol puro. As soluções foram agitadas em tubo vortex e alocadas no escuro por 30 minutos. A leitura foi feita em espectrômetro UV/VIS (Engineering S.R.L, WV-MS) em 515 nm.

Tabela 1 - Preparo das soluções para a curva do DPPH.

<b>Amostra (<math>\mu\text{L}</math>)</b>	<b>Álcool Metílico (<math>\mu\text{L}</math>)</b>
0	100
20	80
40	60
60	40
80	20
100	0

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Com as absorbâncias adquiridas das diferentes diluições dos extratos, foi plotado a absorbância no eixo Y e diluição (mg/L) no eixo X para a determinação da equação da reta. O cálculo da AAT foi feito da seguinte maneira, substitui-se a absorbância equivalente a 50% da concentração do DPPH pelo y e encontrado o resultado que corresponde a amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH ( $\text{EC}_{50}$ ):

Onde:

$y = \text{absorbância inicial do controle} / 2$

$x = EC_{50}$  (mg/L)

### 3.9 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

Para a determinação dos compostos fenólicos totais nas cervejas e cogumelos foi usado o método Folin -Ciocalteu

Para realizar a determinação foi necessário primeiramente realizar a curva padrão, a mesma foi feita com a solução-mãe de Folin-Ciocalteu e diluição em água destilada, como descrito na Tabela 2:

Tabela 2 - Dados para construção da curva analítica para o método de Folin-Ciocalteu.

<b>Solução-mãe (µL)</b>	<b>Água ultrapura (µL)</b>	<b>Concentração (mg/L)</b>
0	150	0
30	120	40
45	105	60
60	90	80
75	75	100
90	60	120
105	45	140
120	30	160

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Com os dados das absorbâncias a 725nm, foi plotada a curva para a obtenção da equação da reta, utilizada para cálculos futuros.

O próximo passo foi adicionar ao extrato que analisado, água e o reagente de Folin-Ciocalteu nas seguintes proporções:

150µL Extrato + 2400 µL água + 150 µL Folin -Ciocalteu 0,25N

Foi mantido em repouso pelo tempo de 3 minutos e adicionado 300µL de solução de carbonato de sódio 10%. Depois, foi levado ao vórtex para a agitação e incubado à uma temperatura de 20°C durante 1 hora. Por fim, realizado a leitura no

espectrofotômetro em 725nm e expressado os resultados obtidos em Ácido Gálico equivalentes (GAE).

Foram preparadas 3 diluições do extrato nas proporções de 75µL amostra + 75µL água, 30µL amostra + 120µL água e 150µL de amostra pura para que se pudesse adequar a curva padrão.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O objetivo geral deste presente trabalho foi o de desenvolver uma receita de cerveja utilizando cogumelos como ingredientes, determinando o tipo da cerveja e em qual momento seria ideal para a adição do ingrediente. Com intuito de comparação realizamos uma cerveja controle, na qual não tem nenhum cogumelo em sua composição, outras três contendo respectivamente os cogumelos Champignon, Shiitake e *Cordyceps*.

A cerveja produzida foi uma Stout, classificada como uma cerveja escura, e o motivo da escolha foi pela idealização das combinações de cor, sabor e aroma entre a cerveja e os cogumelos Champignon, Shiitake e *Cordyceps*. A determinação do momento de introduzir os cogumelos foi pelo modo de como realizar o extrato de cogumelo, que ocorre pela inserção desses em água quente, gerando, de um grosso modo, o chá de cogumelo, por decocção. Portanto, ao estudar o processo da produção da cerveja, relacionando com o processo do extrato de cogumelo, a etapa ideal é 5 minutos antes de terminar a fervura, momento exato da decocção, metodologia de preparação de chá de ervas medicinais com o objetivo de uma extração mais concentrada (KEPS *et al.*, 2014).

Logo no início da produção da cerveja foi possível observar um indicador positivo, ao medir o pH da água de empastagem, água com malte moído, mostrou um valor de 5,2, que segundo o trabalho A Química da Cerveja de Rosa e Afonso (2014), constata uma faixa ideal de 5,2- 5,5 para esse momento. Durante a etapa da mosturação foram retiradas algumas amostras e realizados testes para saber se houve ou não a sacarificação. Este teste indica que quanto mais próximo a cor do mosto aparentar ao azul escuro menos ocorreu a conversão do amido em açúcares menores, prejudicando a etapa de fermentação, na qual as leveduras consomem os açúcares resultando na produção do álcool. A Figura 14 mostra um efeito positivo pois as amostras se afastaram desta coloração.

Figura 14 - Ocorrência de sacarificação



Fonte: Autoria Própria, 2021.

## 4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS CERVEJAS

### 4.1.1 pH

A Tabela 3 traz os resultados da análise em duplicata do pH, mostrando a diferença dos dados quando possui cogumelos nas cervejas, um leve aumento da alcalinidade das cervejas com cogumelo é evidenciado, em comparação a cerveja controle, destacando a receita com o *Cordyceps* que sinalizou com o maior pH.

Tabela 3 - Resultados do pH

Análise	Controle	Champignon	Shiitake	<i>Cordyceps</i>
1	3,79	4,06	3,85	4,06
2	3,76	4,06	3,86	4,07

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Segundo Castro e Serra (2012), o valor de pH encontrado em cervejas do mercado variam entre 3,78 a 4,24, mostrando assim que as cervejas ficaram dentro do padrão de mercado. Os cogumelos têm um pH natural em torno de 6,4 evidenciando assim que, por ter um valor maior que a cerveja controle, aumenta o número do pH ao ser adicionado a receita (Pereira, 2016).

### 4.1.2 AMARGOR

Com as absorvâncias das cervejas lidas no espectrofotômetro e inseridos na Equação 3, obtivemos os dados da Tabela 4, podendo evidenciar as diferenças das receitas no quesito do amargor, realizadas em duplicata. O aumento desse, quando temos os cogumelos inseridos, é destacado para o cogumelo Champignon, seguido dos cogumelos *Cordyceps* e Shiitake.

Tabela 4 - Resultados do Amargor

Análise	Controle	Champignon	Shiitake	Cordyceps
1	44,50	59,45	51,75	51,95
2	44,80	55,60	55,85	58,70

Fonte: Autoria Própria, 2021.

O amargor da cerveja Stout pode variar de 20 a 90 IBU, sendo a de amargor mais alto a StoutRussian Imperial S., com um Amargor podendo variar de 50-90. As Stout's com amargor mais baixo são as DrySotout, Sweet Sout e OatmealStout, que possuem um amargor de 20 a 50 IBU. Como a receita de cerveja produzida foi do estilo Stout, observa-se que as cervejas se enquadram no padrão (Guzzo, 2010).

#### 4.1.3 TEOR ALCOÓLICO

A Instrução Normativa N° 65 (BRASIL, 2019) estabelece que para denominar o líquido como cerveja necessita que este tenha um conteúdo alcoólico superior a 2,00% em volume. Nela também informa os parâmetros de identidade e qualidade de produtos cervejeiros, mostrando os mínimos e máximos da graduação alcoólica em %v/v a 20°C, sendo o 0,5 o mínimo e 54 o máximo.

Na Tabela 5 visualizamos o teor alcoólico das cervejas finalizadas, os dados contidos nela vai de encontro com a Normativa descrita acima, com um volume em álcool acima de 2,00%, afirmando o líquido como cerveja, além de estarem na faixa de graduação alcoólica.

Tabela 5 - Resultados do Teor Alcoólico

Amostra	Teor Alcoólico
Controle	6,1%
Champignon	7,3%
Shiitake	5,2%
<i>Cordyceps</i>	5,2%

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Segundo Sampaio (2017) o teor alcoólico de cervejas do tipo Stout seguem uma margem entre 4,5 e 7,5%, portanto os resultados das cervejas produzidas se enquadram na categoria, evidenciando um maior teor para a cerveja contendo Champignon em seu resultado, já as receitas que continham os cogumelos Shiitake e *Cordyceps* possuem um teor alcoólico abaixo da cerveja controle.

#### 4.1.3 ANÁLISE DE COR

Segundo a Instrução Normativa N°54 (2001) para classificarmos a cerveja como escura ela precisa ter a cor igual ou superior a 20 unidades e EBC. Portanto, analisando os números referentes aos resultados da análise de cor das amostras, Tabela 6, é verificado um número acima do referenciado na Normativa, classificando-as como escuras.

Tabela 6 - Resultados da Colorimetria

Amostra	EBC
Controle	64,28
Champignon	75,00
Shiitake	75,00
<i>Cordyceps</i>	75,00

Fonte: Autoria Própria, 2021.

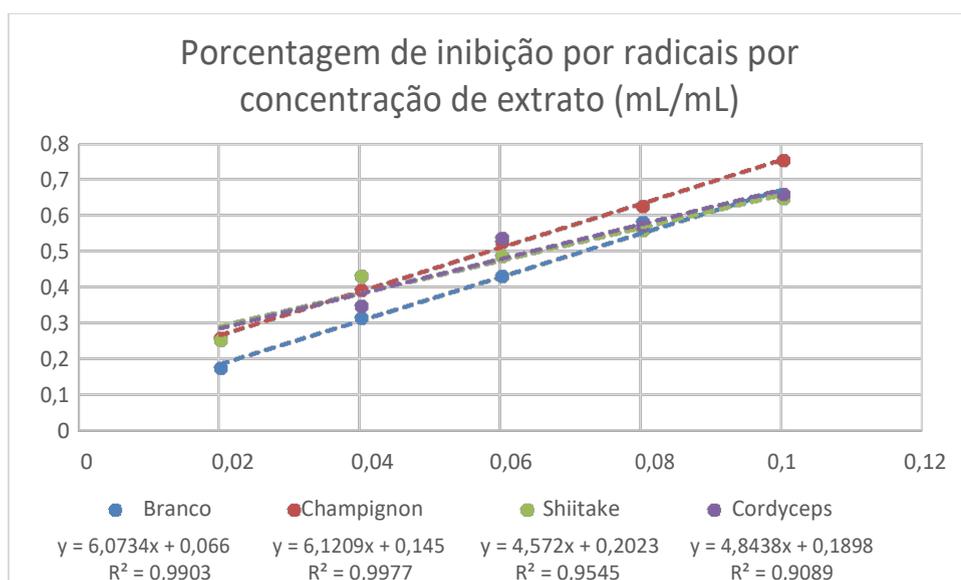
Segundo Neto (2017), para a coloração ser classificada com Stout o resultado deve ser acima de 43,34 EBC, entrando em acordo com os resultados mostrados tanto para a cerveja controle como para as cervejas com cogumelos presentes. As cervejas

contendo cogumelo na receita apresentaram um valor acima da cerveja branco, aumentando a unidade EBC e continuando acima do valor informado na normativa.

#### 4.4 ANÁLISE DE ANTIOXIDANTES

Para a determinação de atividade antioxidante realizou a análise de DPPH nas quatro amostras de cervejas, e chegamos nos resultados mostrados no Gráfico 1, evidenciando que os resultados das cervejas que contêm cogumelos na receita estão acima da reta da cerveja de controle (cerveja sem cogumelo na receita), diagnosticando uma maior inibição de radicais.

Gráfico 1 - Resultados DPPH



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Ao analisar os dados deve-se realçar que quanto menor o valor do EC<sub>50</sub> mais antioxidante é a amostra, ao sincronizar essa afirmação aos dados da Tabela 7 o resultado evidente é que a cerveja contém o cogumelo Champignon se mostrou mais antioxidante, seguindo os cogumelos *Cordyceps* e *Shiitake*. E todas as cervejas contendo o adjunto cervejeiro se mostraram mais antioxidantes que a cerveja controle.

Tabela 7 - Resultados DPPH

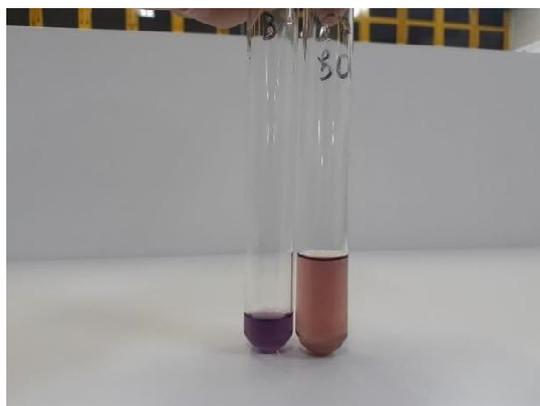
Amostra	EC <sub>50</sub> (mL/mL)
Controle	0,071

Champignon	0,058
Shiitake	0,065
<i>Cordyceps</i>	0,064

Fonte: Aatoria Própria, 2021.

Em contrapartida realizamos o mesmo teste nos extratos de cogumelos, porém os resultados só foram possíveis para o extrato de cogumelo Shiitake, que apresentou um  $EC_{50}$  igual a 0,20 mL. No extrato de cogumelo Champignon ocorreu um erro de leitura no espectrofotômetro, alguns sobrenadantes do extrato causaram esse erro, entretanto, como mostra na Figura 12 ocorreu a reação que determina a atividade antioxidante, dado pela mudança de cor da solução. Como existem proteínas nos cogumelos, elas podem se precipitar em mistura com o metanol causando assim uma turbidez e impedindo realização da análise da amostra. Outra possível causa da perda da análise quantitativa da amostra seria o método de extração utilizado que por meio de falhas ainda pode contar alguns resquícios das raspas dos cogumelos utilizados na extração aquosa.

Figura 15 - Reação da atividade antioxidante do cogumelo Champignon



Fonte: Aatoria Própria, 2021.

Já no extrato do cogumelo *Cordyceps*. no momento de realizar o extrato ocorreu uma falha gerando pouco extrato e muito sobrenadante, dificultando a realização da leitura no espectrofotômetro, Figura 13. O motivo da turbidez excessiva da amostra pode ser dado por não utilizar um método de extração adequado. Para

contornar os problemas de precipitação obtidos podem ser contornados com o estudo de outros métodos de extração para os cogumelos que não seja a extração aquosa.

Figura 16 - Falha no extrato de *Cordyceps*



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Na literatura de Stafussa (2013), foi encontrado um valor  $EC_{50}$ : para os cogumelos Champignon e Shiitake de 69,84 e 16,86 ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ ), respectivamente. Já para o *Cordyceps*, Cerri (2021), encontrou um valor de 10,52 ml/L de  $EC_{50}$ . Sustentando a confirmação de que há atividade antioxidante nos cogumelos fazendo com que as cervejas adicionadas dos mesmos tivessem um  $EC_{50}$  maior do que as cervejas sem os cogumelos.

#### 4.5 ANÁLISE DE COMPOSTOS FENÓLICOS

Ao observar os dados resultantes da análise de Folin -Ciocalteu, Tabela 8, se conclui um aumento da concentração de compostos fenólicos, visto que se obteve valores maiores em comparação ao controle, destacando a receita com o cogumelo *Cordyceps*.

Tabela 8 - Resultados Folin-Ciocalteu

Amostra	$\text{mgGAE}/\text{g.L}^{-1}$
Controle	22,16

Champignon	22,96
Shiitake	27,90
<i>Cordyceps</i>	29,82

Fonte: Autoria Própria, 2021.

A afirmação anterior pode ser explicada juntamente com a análise de Folin-Ciocalteu dos extratos de cogumelos, mostrando uma maior concentração de compostos fenólicos, no extrato do Shiitake e Champignon com valores de 37,43 e 25,43 mgGAE/g.L<sup>-1</sup>, respectivamente. Já o extrato de *Cordyceps*, como na análise DPPH, não foi possível realizar a leitura por falha ao realizar o processo do extrato do mesmo.

Segundo Stafussa (2013), o teor de compostos fenólicos totais encontrado foi de 6,40 (mg/g) para o Champignon e de 1,73 (mg/g) para o Shiitake. Já Cerri (2021), encontrou o valor de 11,69(mgGAE/L) para o cogumelo *Cordyceps*. Sustentando assim, a confirmação de que existe compostos fenólicos nos cogumelos, fazendo assim com que as cervejas adicionadas dos cogumelos tivessem um número maior de compostos fenólicos que a cerveja branco.

Pode-se observar que a ação antioxidante do cogumelo Champignon foi a maior enquanto a quantidade de compostos fenólicos foi maior no *Cordyceps*, isso pode ser dado devido a ação da levedura ser maior em alguns cogumelos.

## 5. CONCLUSÃO

Com a busca por um estilo de vida mais saudável e uma busca incessante por uma alimentação mais natural, o cogumelo foi escolhido como ingrediente por conta de suas atividades antioxidantes, quantidade de compostos fenólicos e por seus nutrientes. Devido a extrema importância do consumo de antioxidantes para a prevenção dos radicais livres que podem causar doenças, a inovadora receita de cerveja produzida nesse trabalho vai te encontro com essa busca pela qualidade de vida junto com o crescimento do mercado cervejeiro e as oportunidades que ele traz.

Os produtos finais adicionados de cogumelos apresentaram, com relação a cerveja controle, um aumento na atividade antioxidante de no mínimo 8,4% e máximo

de 18,3%. Sendo o cogumelo Champignon com a maior atividade antioxidante dentre os três.

Já com relação aos compostos fenólicos, os produtos tiveram um aumento mínimo de 3,67% e máximo de 34,8%, sendo o de cogumelo Cordyceps com maior aumento na quantidade de compostos fenólicos.

As cervejas produzidas obtiveram resultados satisfatórios, mostrando uma atividade antioxidante aumentada ao adicionar os cogumelos, o mesmo é equivalente para a concentração de compostos fenólicos, mostrando um aumento em relação a cerveja controle.

Também foi observado uma variação pequena nas propriedades físico-químicas ao comparar a receita sem a adição de cogumelos. Os resultados apresentados ficaram dentro da margem para se considerar uma cerveja do tipo Stout.

Com a finalidade de dar continuidade ao estudo do tema cerveja de cogumelo, tem-se a possibilidade de escolher um método de extração que prevenisse os excessos de sobrenadantes. Com o intuito de enriquecer ainda mais os resultados é de grande importância que se faça uma análise sensorial para que tenha dados comprovando a assertividade do produto proposto. Para gerar uma maior diversidade no tema existe a possibilidade da adição de mais de um tipo de cogumelo na receita ou utilizar um único tipo de cogumelo, e/ou cerveja, para que se faça um estudo mais aprofundado sobre os efeitos da junção da cerveja com o cogumelo.

## 6. REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ABRAS, B. **Como está o mercado cervejeiro no Brasil?**. Disponível em: <<http://www.abras.com.br/clipping.php?area=10&clipping=68027>>. Acesso em: 30 dez 2019.

American Society of Brewing Chemists (ASBC, 1958)

ANGELO, P.; JORGE, N. **Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão**. 2006.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE COGUMELOS (ANPC) – Cogumelos no Brasil. Disponível em: <http://www.anpc.org.br/index.php/cogumelos/sobre-cogumelos>. Acesso em: 16/08/2021.

BOAN, M; COLLINI, D. PEREZ, C. **Tecnologia Cervejeira**. Rio de Janeiro, 2014.

BOULTON, C.; QUAIN D. **Brewing yeast & fermentation**. 2001

BREW, P. **Lúpulo amarillo em pellet t-90**. Disponível em: <<https://www.poislbrew.com.br/loja/lupulo-amarillo-em-pellet-t-90/>>. Acesso em: 16 out 2019.

BROWN, W. P. **Cordyceps Cultivation Handbook**. vol. 1. New Cumberland, 2016.

CASTRO, M.P; SERRA, SG. **Comparação de quatro marcas de cervejas brasileiras**. 2012. 25. São José dos Campos, 2021.

CALGAROTO, Bruna. **Substratos para Produção de Cogumelos Lentinula edodes (Shiitake)**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Bacharelado em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão 2019.

CERRI, L. C. **Otimização da produção de Cordyceps militaris em meio a base de melaço de cana e quantificação de compostos bioativos**. 2021. 60. Ponta Grossa, 2021.

CLUBE DO MALTE. **O que é Lúpulo? – conheça as variedades mais populares.** Disponível em: <<https://blog.clubedomalte.com.br/curiosidades-ERVEJEIRAS/O-QUE-E-LUPULO/>>. Acesso em: 26 out. 2019.

CPT. **Moagem de grãos de malte para a fabricação de cerveja artesanal.** Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-treinamentoprofissional/artigos/moagem-de-graos-de-malte-para-a-fabricacao-de-ERVEJEIRA-ARTESANAL/>>. Acesso em: 16 out. 2019.

CTP. **Cultivo do Shiitake em substratos.** Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-agroindustria-cogumelos-comestiveis/artigos/cultivo-do-shiitake-em-substratos>>. Acesso em: 29 nov. 2019.

DESGÁSPARI, C.; WASZCZYNSKYJ, N. **Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos.** Visão Acadêmica, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

Instrução Normativa, nº: 65, de 10 de dezembro de 2019. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para aos produtos de cervejaria. Brasil, 2013.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 54, DE 5 DE NOVEMBRO DE 2001 - Adotar o Regulamento Técnico MERCOSUL de Produtos de Cervejaria. Brasil, 2001.

DINSLAKEN, D. **Como resfriar o mosto mais rápido.** Disponível em: <<https://concerveja.com.br/resfriar-mosto/>>. Acesso em: 16 out. 2019.

DINSLAKEN, D. **Manual do cervejeiro caseiro: um guia completo para iniciantes.** 1 ed. São Paulo: Concerveja, 2015.

DINSLAKEN, D. **Maturação da cerveja: dicas de tempo e temperatura.** Disponível em: <<https://concerveja.com.br/maturacao/>>. Acesso em: 16 out. 2019.

FIGUEIREDO, V. **Cultivo do champgnon em função da temperatura.** Lavras – MG, 2013.

FURLANI, R. P. Z. **Valor nutricional de cogumelos comestíveis.** 2007.

GUZZO, Fabio. **Tabela Periódica de Estilos de Cerveja.** 2010. Disponível em: [http://3.bp.blogspot.com/\\_zAAt8oPWbEA/TI-3iYrBWol/AAAAAAAAAGrE/4XOk2BvaZ2c/s1600/tabela.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_zAAt8oPWbEA/TI-3iYrBWol/AAAAAAAAAGrE/4XOk2BvaZ2c/s1600/tabela.jpg) . Acesso em: 16/08/2021.

HAMPSON, T. **O livro da cerveja.** Nova Fronteira, pg.128, 2009.

HUGHES, G. **Cerveja feita em casa.** São Paulo: Publifolha. 2014.

IBANEZ, M. **Abracerva e Sebrae publicam o primeiro estudo sobre cervejarias.** Disponível em <<https://abracerva.com.br/2019/10/16/abracerva-e-sebrae-publicam-estudo-sobre-cervejarias/>> Acesso em: 20 de novembro de 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo: 2008.

JESUS, J. P. F. **Desenvolvimento de cinco linhagens de Agaricus bisporus Lange (Imbach) (“Champignon de Paris”) em diferentes formulações de composto e meios de cultura.** 2011, 77f. Botucatu, 2011.

KEMPES, N. **EXTRAÇÃO SIMPLIFICADA DOS PRINCÍPIOS ATIVOS DO CAPIM LIMÃO, Cymbopogon citratus.** Adamantina – SP.

KUNZE, W.; HENDEL, O. **Technologie Bawer um Mälzer.** VLB Berlin, 5ª Ed. pg.206, 2006.

LARA, C. **Entenda o cultivo e venda de lúpulo no Brasil.** Disponível em: <<https://www.hominilupulo.com.br/universo-da-cerveja/lupulo-no-brasil/>>. Acesso em 16 out 2019.

LARA, C. **Fermentação e maturação da cerveja: aprenda como fazer.** Disponível em: <<https://www.hominilupulo.com.br/cervejas-caseiras/fermentacao-e-maturacao/>>. Acesso em: 16 out. 2019.

LARA, C. **O lúpulo e suas propriedades: aprenda como você pode explorá-las.** Disponível em: <<https://www.hominilupulo.com.br/cervejas-caseiras/lupulo-e-propriedades/>>. Acesso em 16 out 2019.

LARA, C. **Quantidade de água na cerveja: aprenda como calcular.** Disponível em: <<https://www.hominilupulo.com.br/cervejas-caseiras/como-calculer-a-quantidade-de-agua/>>. Acesso em: 16 out 2019.

LIRA, P. A.; CARVALHO, S. A.; OLIVEIRA, C. P. **Obtenção e caracterização de farinhas de cogumelos comestíveis.** 2016

MALTE, C. **A importância da água na fabricação de cerveja.** Disponível em: <<http://cervejaemalte.com.br/blog/a-importancia-da-agua-na-fabricacao-de-cerveja/>>. Acesso em: 16 out. 2019.

NACHEL, M.; ETTLINGER, S. **Cerveja para leigos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Alta Books. 2014.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. **Extraction and Analysis of Phenolics in Food.** Journal of Chromatography. 2004.

NAYUMI. **Shiitake**. Disponível em: <<http://www.nayumi.com.br/cogumelo-shiitake/>>. Acesso em: 29 nov. 2019.

NOVAES, M. R. C.. **Cogumelos comestíveis da ordem agaricales: aspectos nutricionais e atividade farmacológica no câncer**. V. 19, nº 5/8, 2007.

OETTERER, M. **Tecnologia de obtenção da cerveja**. Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”.

PALMER, J. **How to brew: erverything you need to know to brew great beer every**. 4. ed. Colorado: Brewers Publications. 2017.

PICCINI, A. R; MORESCO, C; MUNHOS, L. **Filtração**. Rio Grande do Sul, 2002.

RITA, S. **A importância da qualidade da água na produção de cerveja**. Disponível em: <http://www.aguasantarita.com.br/blog/a-importancia-da-qualidade-da-agua-na-producao-de-cerveja/>. Acesso em: 16 out. 2019.

ROSA, N. **A Química da Cerveja**. 2014

ROSENTHAL, R. **Malte: o que é e qual seu papel na cerveja?**. Disponível em <<https://www.hominilupulo.com.br/cervejas-caseiras/guia-basico/malte/>> Acesso em: 16 out. 2019.

SANTA RITA, Água Mineral. **A importância da qualidade da água na produção de cerveja**. Disponível em: <<http://www.aguasantarita.com.br/blog/a-importancia-da-qualidade-da-agua-na-producao-de-cerveja/>>. Acesso em: 16 out 2019.

SANTANA, C. **As vantagens competitivas do cultivo do champignon no Paraná**. Curitiba, 2014.

SILVA, P. **Levedura**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/reino-fungi/levedura/>>. Acesso em: 16 out. 2019.

STAFUSSA, A. P. PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES E PERFIL DOS COMPOSTOS FENÓLICOS DE COGUMELOS. 2013. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

SP. **Curso de cervejeiro artesanal**. Disponível em: [http://www.cursosonline.sp.com.br/product\\_downloads/b/cervejeiro\\_artesanal\\_\\_87299.pdf](http://www.cursosonline.sp.com.br/product_downloads/b/cervejeiro_artesanal__87299.pdf). Acesso em: 16 out 2019.

SYDNEY, Alessandra. Protocolo DPPH.

TOZETTO, L M. **Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*Zingiber officinale*)**. 2017. 77 f. Ponta Grossa, 2017.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. 1. ed. São Paulo: Blücher, 2010.