

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**VERONICA STEINMETZ LAHM**

**PRODUÇÃO DE CERVEJA DO TIPO PILSEN COM ADIÇÃO DE CAPIM-  
CIDREIRA (*Cymbopogon citratus*)**

**FRANCISCO BELTRÃO**

**2023**

**VERONICA STEINMETZ LAHM**

**PRODUÇÃO DE CERVEJA DO TIPO PILSEN COM ADIÇÃO DE CAPIM-  
CIDREIRA (*Cymbopogon citratus*)**

**Production of Pilsen beer with the addition of lemon grass (*Cymbopogon  
citratus*)**

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).  
Orientadora: Maria Helene Giovanetti Canteri.  
Coorientadora: Irede Angela Lucini Dalmolin.

**FRANCISCO BELTRÃO**

**2023**



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

**VERONICA STEINMETZ LAHM**

**PRODUÇÃO DE CERVEJA DO TIPO PILSEN COM ADIÇÃO DE CAPIM-  
CIDREIRA (*Cymbopogon citratus*)**

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: 5 de dezembro de 2023

---

Maria Helene Giovanetti Canteri  
Doutorado em Tecnologia de Alimentos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão

---

Irede Angela Lucini Dalmolin  
Doutorado em Engenharia de Alimentos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão

---

Tania Maria Cassol  
Doutorado em Química  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão

“A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

**FRANCISCO BELTRÃO**

**2023**

Dedico este trabalho à minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Determinação, persistência e fé são as palavras que resumem de forma clara todo esse ciclo da graduação. Concretização de uma etapa e realização de um sonho. Esse trabalho só foi possível graças à ajuda e apoio, de forma direta ou indireta de algumas pessoas.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me dado força, paciência e determinação para nunca desistir e sempre seguir em frente apesar das dificuldades e obstáculos durante esse caminho.

À minha família, meus pais, Hedviges e Renato, e meu irmão, Roberto, que sempre foram a minha base e minha maior inspiração. Agradeço por sempre estarem do meu lado, me apoiando em qualquer situação, entendendo minha ausência em muitos momentos, e por serem protagonistas do meu crescimento e aprendizado. Muito obrigada por estarem sempre comigo!

Também, ao meu namorado Daniel que sempre me incentivou, compreendeu, ajudou e apoiou. A todos os meus amigos, colegas, e demais familiares, que me apoiaram e estiveram torcendo por mim nessa jornada. Obrigada por tornarem tudo mais leve e por oferecerem ombro amigo em vários momentos. Vocês foram essenciais!

À minha orientadora, professora Dra. Maria Helene Giovanetti Canteri, e também a minha coorientadora professora Dra. Irede Angela Lucini Dalmolin, que não mediram esforços para me auxiliar, prestando grande ajuda e incentivo, além de ricas sugestões e orientações no decorrer desse trabalho. Obrigada por tudo!

À minha banca examinadora, professora Dra. Tania Maria Cassol, por ter aceitado meu convite, e por contribuir sempre que preciso com sugestões e apoio. Muito obrigada!

Por fim, agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR de Francisco Beltrão, e aos demais docentes da instituição, por todos os ensinamentos repassados e pela oportunidade de estudo.

Muito obrigada, a todos que, de uma ou outra forma, contribuíram para que esse trabalho fosse realizado, em especial a ajuda de Bruna, Guilherme e Eduardo.

## RESUMO

A cerveja é uma bebida produzida pela fermentação do mosto cervejeiro, uma mistura de água, cevada maltada ou extrato de malte, e lúpulo, com a adição de leveduras. No Brasil, temos observado um crescimento na produção e consumo de cervejas artesanais, embora esse segmento ainda represente uma pequena parcela em relação as grandes indústrias. Isso tem levado a um aumento no número de microcervejarias, refletindo a evolução do setor. Esse estudo teve como objetivo produzir uma cerveja artesanal do tipo Pilsen com adição de extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*) e avaliar suas características físico-químicas. O extrato aquoso foi produzido por meio de maceração, seguida de percolação por 24 horas (10% m/V), filtração e crioconcentração por centrifugação. A cerveja foi produzida com os maltes Viena, Munich I e Pilsen, água mineral Crystal, lúpulo Magnum e levedura W34-70. Foram realizadas análises para determinar pH, teor de sólidos solúveis, cor e teor alcoólico da cerveja. Os resultados encontrados foram pH de 4,6, teor de sólidos solúveis 3,5 °Brix, teor alcoólico de 5,2%, acidez de 0,05% e cor amarelada. Há semelhança entre a cerveja comercial e a cerveja produzida com capim-cidreira.

Palavras-chave: cerveja artesanal; Pilsen; capim-cidreira; características físico-químicas.

## ABSTRACT

Beer is a drink produced by the fermentation of brewer's wort, a mixture of water, malted barley or malt extract, and hops, with the addition of yeast. In Brazil, we have seen growth in the production and consumption of craft beers, although this segment still represents a small portion in relation to large industries. This has led to an increase in the number of microbreweries, reflecting the evolution of the sector. This study aimed to produce a craft Pilsen beer with the addition of an aqueous extract of lemongrass cryoconcentrate (*Cymbopogon citratus*) and evaluate its physicochemical characteristics. The aqueous extract was produced through maceration, followed by percolation for 24 hours (10% m/V), filtration and cryoconcentration by centrifugation. The beer was produced with Vienna, Munich I and Pilsen malts, Crystal mineral water, Magnum hops and W34-70 yeast. Analyzes were carried out to determine the pH, soluble solids content, color and alcohol content of the beer. The results were as expected, with a Ph of 4.6, soluble solids content of 3.5, alcohol content of 5.2%, acidity of 0,05% and a yellowish color. There is a similarity between commercial beer and beer produced with lemongrass.

Keywords: craft beer; Pilsen; lemongrass; physicochemical characteristics.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 – Diferentes cores do malte.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 2 - Flores cônicas do lúpulo.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 3 - Total de estabelecimentos registrados no Brasil.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 4 - Mercado cervejeiro em números no ano de 2019.....</b>	<b>24</b>
<b>Fotografia 1 – Desidratação na estufa de ventilação forçada (à esquerda) e trituração do capim-cidreira (à direita).....</b>	<b>25</b>
<b>Fotografia 2 – Maceração (à esquerda) e percolação (à direita) do capim-cidreira para obtenção do extrato aquoso.....</b>	<b>26</b>
<b>Fotografia 3 - Cubos de extrato de capim-cidreira para centrifugar (à esquerda) e tubos prontos para centrifugação (à direita).....</b>	<b>27</b>
<b>Fotografia 4 - Extrato de capim-cidreira sendo pasteurizado a 60,5 °C (à esquerda) e o mesmo sendo resfriado em banho maria a 15°C (à direita).....</b>	<b>27</b>
<b>Fotografia 5 – Cerveja pronta para fermentar.....</b>	<b>29</b>
<b>Fotografia 6 – Cerveja sendo envasada (à esquerda) e cerveja pronta (à direita).....</b>	<b>34</b>
<b>Fotografia 7 – Produto final.....</b>	<b>35</b>



## LISTA DE QUADROS E TABELAS

<b>Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas do extrato aquoso.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabela 2 – Resultados das análises físico-químicas.....</b>	<b>32</b>
<b>Quadro 1 – Análise de cor para as três amostras .....</b>	<b>34</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>Problema .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>Cerveja .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Matérias-primas .....</b>	<b>13</b>
3.2.1	Água .....	13
3.2.2	Malte.....	14
3.2.3	Lúpulo.....	15
3.2.4	Levedura.....	17
<b>3.3</b>	<b>Capim-cidreira como matéria-prima .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4</b>	<b>Etapas da produção da cerveja.....</b>	<b>19</b>
3.4.1	Moagem .....	19
3.4.2	Mosturação.....	19
3.4.3	Clarificação.....	20
3.4.4	Fervura do mosto .....	20
3.4.5	Resfriamento .....	20
3.4.6	Fermentação .....	21
3.4.7	Maturação.....	21
3.4.8	Carbonatação .....	21
3.4.9	Envase .....	22
<b>3.5</b>	<b>Mercado cervejeiro no Brasil.....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Matérias-primas .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2</b>	<b>Processo de produção do extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira.....</b>	<b>25</b>
<b>4.3</b>	<b>Processo de produção da cerveja do tipo Pilsen.....</b>	<b>28</b>
<b>4.4</b>	<b>Análises físico-químicas.....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cerveja, cujo nome tem origem na palavra em Latim *bibere* (beber), é uma bebida fermentada com uma história que remonta a 6.000 a 8.000 anos atrás. Embora o processo de elaboração tenha permanecido inalterado durante séculos, é cada vez mais regulado e bem controlado. Os ingredientes básicos para a produção da maioria das cervejas são cevada maltada, água, lúpulo e levedura (Filho, 2016).

Cerveja artesanal é aquela produzida por meio de métodos mais caseiros, mantendo a produção em escalas de menor quantidade. A cerveja artesanal costuma ser mais encorpada, saborosa e variada do que a bebida vendida em escala industrial. As etapas de elaboração dessas cervejas são mais rigorosas, visando manter maior padrão de qualidade da bebida com seleção de melhores ingredientes puramente naturais utilizados para conferir o sabor, aroma e coloração diferenciados (Nardi, 2018).

O *Cymbopogon citratus*, também conhecido como capim-limão, erva cidreira ou capim-santo, é uma erva aromática originária da Índia desenvolve-se em todo o Brasil. Pertencente à família Poaceae, suas folhas contêm um óleo essencial encontrado em células oleoríferas, com atividade antibacteriana, atua na diminuição da atividade motora e no aumento do período do sono, sendo anticonvulsivante, antiespasmódico e analgésico. Além disso, é utilizado como aromatizante de ambiente e como material de partida para a síntese da vitamina A (Picciani, 2007).

Visando uma grande expansão de consumidores, maiores de 18 anos, que apreciam a cerveja artesanal e seus diversos aromas e também em aproveitar os benefícios das especiarias para desenvolver um novo tipo de cerveja, tem-se como objetivo produzir uma cerveja artesanal produzida com a adição de extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*), matéria-prima amplamente utilizada e comercializada na indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica devido ao bom aroma e sabor agradável.

### 1.1 Problema

Verificar a possibilidade de elaboração de uma cerveja artesanal do tipo Pilsen com adição de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*) como sendo um novo produto no mercado cervejeiro, com características similares às cervejas Pilsen (teor alcoólico de 3-5%) já existentes no mercado.

## **1.2 Justificativa**

Tendo em vista que o consumidor brasileiro, na hora da compra, prefere ter mais opções nos locais comerciais como supermercado, lojas de roupa e farmácias, pensa-se o mesmo quando se trata do mercado cervejeiro. Sendo assim, a produção de mais um tipo de cerveja, Pilsen com adição de capim-cidreira, vem para aprimorar ainda mais o mercado cervejeiro trazendo ao consumidor mais uma opção de bebida.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Desenvolver um protocolo da produção de cerveja artesanal do tipo Pilsen com adição de extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Promover a extração por maceração e percolação, bem como a crioconcentração do extrato aquoso de capim-cidreira;
- Desenvolver uma cerveja artesanal do tipo Pilsen com adição de extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira;
- Avaliar aspectos físico-químicos da cerveja artesanal tipo Pilsen adicionado de capim-cidreira como pH, cor, acidez, teor alcoólico e °Brix;
- Comparar uma cerveja do tipo Pilsen comercial e a cerveja do tipo Pilsen com adição do capim-cidreira com base nas análises físico-químicas.

## 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 3.1 Cerveja

A origem das primeiras bebidas alcoólicas é incerta, mas provavelmente foram feitas de cevada, tâmaras, uvas ou mel. A prática da cervejaria parece ter sido originada na região da Mesopotâmia, onde a cevada cresce em estado selvagem. Há evidências de que a cerveja feita de cevada maltada já era fabricada na Babilônia no ano 6000 antes de Cristo. No Egito, a cerveja era uma bebida nacional de grande consumo, ocupando um lugar importante nos ritos religiosos, sendo distribuída ao povo (Filho, 2016).

Em 1516, a Lei de Pureza Alemã, conhecida como *Reinheitsgebot*, permitia a fabricação de cerveja, somente com malte, lúpulo e água. A levedura da cerveja ainda não era conhecida. Então, em 1860, Louis Pasteur realizou a descoberta da fermentação das leveduras e suas funções, levando à alteração da lei para a que conhecemos atualmente, quando a cerveja deve conter malte, lúpulo, água e leveduras (Reis, 2019).

Nos últimos anos, a produção de cerveja artesanal teve um aumento considerável no mercado brasileiro. Alguns dos motivos apresentados como causa, são fatores como *hobby* de fanáticos pela bebida, a curiosidade pela produção e por acreditar no potencial do negócio. E como muitos o enxergam como uma oportunidade única, a competitividade aumentou e vários estilos de cerveja são criados, no intuito de sobressair aos concorrentes e apresentar um produto único para seu consumidos (Valente, 2017).

### 3.2 Matérias-primas

#### 3.2.1 Água

A água é, pela quantidade, a principal matéria-prima no decorrer de um processo cervejeiro, pois aproximadamente 92 a 95% do peso da cerveja é constituído por água. Por esse motivo, as indústrias cervejeiras, localizam-se em regiões onde a composição da água é relativamente uniforme e de boa qualidade. As águas utilizadas

em microcervejarias devem ser regularmente analisadas quanto à dureza em carbonatos e avaliadas quanto ao odor, sabor, coloração e turbidez e, em intervalos maiores, submetidas a uma análise mais completa como exames microbiológicos (Filho, 2016).

A água está presente em todos os processos produtivos da cerveja e que levam ao desenvolvimento dos aspectos sensoriais indispensáveis à degustação. É utilizada tanto na fabricação (para a mostura, lavagem do bagaço, resfriamento do mosto), como na fermentação e maturação (para diluições), e também na filtração e ainda na higienização (Euwa, 2006).

A água precisa ser insípida, inodora e ter pH entre 6,5 e 8 faixas de pH ideal para as enzimas do malte. Atualmente, as cervejarias tratam a água por osmose reversa para depois acrescentar sais minerais de acordo com o estilo de cerveja a ser fabricado. Água mais rica em sais minerais é ideal para cervejas amargas, enquanto água com menor quantidade de sais minerais para cervejas mais leves (Santos; Dinbam; Adames, 2013).

### 3.2.2 Malte

O termo técnico *malte* define a matéria-prima resultante da germinação, sob condições controladas, de qualquer cereal (cevada, trigo, arroz, milho, aveia, sorgo, entre outros) (Filho, 2016). Nem todo cereal, porém, serve para a produção de cerveja, pois deve ter algumas qualidades específicas, sendo as mais importantes o teor de proteína, taxa de gordura, rendimento da extração e a capacidade de germinação. O grão de cevada é muito parecido com o do trigo, mas é mais usado porque contém quantidade adequada da enzima amilase, que ajuda na conversão de amido em açúcar (Morado, 2017).

Há diversos tipos de malte com cores, como mostrado na Figura 1, com composições que influenciam no sabor da cerveja. Os maltes secados de forma convencional podem ser torrados posteriormente para criar uma gama de cores desde 110 até 1500 unidades de cor EBC (para uma diluição de 10%). Os maltes coloridos oferecem possibilidade de simplesmente ajustar ou melhorar a cor empregando uma pequena quantidade na mistura de grãos para moagem (Filho, 2016). Os maltes mais utilizados são os de cevada e trigo, com custo mais elevado para produzir açúcar,

então, pode-se também obter os açúcares através do milho, por exemplo (Rebello, 2009).

**Figura 1: Diferentes cores de malte**



**Fonte: Tábuas cervejaria (2020)**

Dentre as matérias-primas utilizadas para a produção de cervejas, o malte de cevada é o mais utilizado para fornecer os carboidratos necessários às leveduras durante a fermentação, quando são produzidos o álcool e o gás carbônico característicos da bebida. A complementação do mosto com adjuntos é recomendada para corrigir propriedades que não foram atingidas, mas deve-se tomar os devidos cuidados, e não ultrapassar os limites impostos de quantidades de ingredientes para evitar transferir na qualidade da cerveja (D'Avila, Luvielmo, Mendonça, 2012).

### 3.2.3 Lúpulo

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma trepadeira perene originária de climas temperados. Suas resinas e óleos essenciais conferem à bebida o sabor amargo e o aroma característico. O lúpulo é considerado o “tempero da cerveja” e um dos mais significativos componentes da produção de cerveja, que os mestres cervejeiros dispõem para diferenciar seus produtos, sendo a quantidade e o tipo do mesmo um parâmetro dificilmente revelado (Mega; Neves; Andrade, 2011).

O lúpulo comercial corresponde às flores cônicas da planta fêmea de uma trepadeira parente do cânhamo, desidratada e adicionada à cerveja para dar amargor,



sabor, aroma e para combater a contaminação microbiológica (Hughes, 2014). As flores cônicas da planta fêmea do lúpulo são como mostradas na Figura 2.

**Figura 2: Flores cônicas do lúpulo**



**Fonte: Santos (2023)**

No Brasil não existem condições climáticas adequadas à produção de lúpulo. Por isso, todo o suprimento nacional é importado da Europa e Estados Unidos. A forma mais comum de utilização do lúpulo é em *pellets*, pequenas pelotas de flores prensadas. Assim, é possível reduzir o volume de lúpulo a transportar e, ao mesmo tempo, manter suas características primitivas. Mas, nada impede que a flor seja adicionada à cerveja na sua forma original, conforme colhida na lavoura (Mega; Neves; Andrade, 2011)

O lúpulo exerce um enorme impacto sobre o sabor da cerveja, mesmo sendo utilizado em quantidades relativamente pequenas. A obtenção de aromas intensos de lúpulo não implica necessariamente no elevado amargor, por causa da grande variedade de produtos disponíveis. O lúpulo pode ser comercializado na forma de flores secas (*in natura*), *pellets* ou em extratos, podendo tradicionalmente ser classificado conforme suas características predominantes em lúpulos aromáticos e de amargor (Filho, 2016).

### 3.2.4 Levedura

As características de sabor e aroma de qualquer cerveja estão determinadas de forma preponderante pelo tipo de levedura que é utilizada. Embora o etanol seja o principal produto durante a fermentação do mosto pela levedura, esse álcool primário tem pequeno impacto no sabor da cerveja (Filho, 2016).

O gênero *Saccharomyces* apresenta várias cepas consideradas seguras e capazes de produzir dois metabólitos primários importantes, etanol e dióxido de carbono. Os dois tipos de cerveja mais importante (*lager e ale*) são fermentadas por cepas de *S. uvarum (carlsbergensis)* e *S. Cereviase*, respectivamente (Filho, 2016).

A *Saccharomyces cereviase spp* é um microrganismo unicelular, pertencente à família *Saccharomycetaceae*, destacada por suas características morfológicas e fisiológicas. Na produção de cerveja tem como função converter o açúcar do mosto em CO<sub>2</sub> e álcool na etapa de fermentação (Trindade, 2016).

### 3.3 Capim-cidreira como matéria-prima

*Cymbopogon citratus* é conhecido popularmente no Brasil como capim-limão, capim-cidrô, capim-cheiroso, capim-cidreira, capim-cidrão, citronela-de-java e erva-cidreira. Pertencente à família das Gramíneas, subfamília *Panicoideae*. É uma planta aromática cultivada para produção comercial de óleo essencial, conhecido internacionalmente como óleo de *Lemongrass* (Guimarães *et al.*, 2008).

O uso popular se faz na forma de chá das suas folhas, utilizada no Brasil e no mundo, cuja finalidade abrange uma ampla indicação terapêutica. Seu uso comercial baseia-se principalmente em preparações de chá e ainda a utilização de substâncias extraídas da planta, especialmente do óleo essencial, utilizado na indústria de alimentos e cosméticos. O chá do capim-cidreira é indicado popularmente para o *stress*, dor, febre, tosse e alterações digestivas, sendo que constituintes extraídos do óleo essencial da planta demonstra efeitos antiespasmódico, antibacteriano e analgésico (Oliveira *et al.*, 2019).

Seu óleo essencial possui forte odor de limão, sendo largamente empregado como aromatizante em perfumaria e cosmética, na preparação de colônias, sabonetes e desodorantes, porém, seu maior emprego tem sido na indústria farmacêutica,

servindo de material de partida para síntese de importantes compostos, como iononas, metil-iononas e vitamina A. Sua composição química é relatada em diversos trabalhos, sendo o citral e o mirceno seus compostos majoritários, o citral é constituído pela mistura isomérica de feranial ((2E)-3,7-dimetilocta-2,6-dienal, citral B ou isômero Z) e neral ((2Z)-3,7-dimetilocta-2,6-dienal, citral B ou isômero Z) (Guimarães *et al.*, 2008).

O citral constituinte majoritário do óleo de *C. citratus*, é citado como sendo o responsável pelas atividades atribuídas ao seu óleo essencial, tais como germicidas, repelentes de insetos, aplicações na indústria farmacêutica, entre outras. Dessa maneira, há uma grande importância em avaliar o seu teor no óleo essencial, que nas plantações brasileiras está em torno de 75 a 86%, valor bastante satisfatório para o mercado internacional. O mirceno, outro composto que pode ser encontrado em teores significativos no óleo essencial no capim-limão e também em outras variedades de plantas, é um monoterpene acíclico, de nome sistemático 7-metil-3-metileno-1,6-octadieno (Guimarães *et al.*, 2008).

Os produtos naturais, tais como as ervas aromáticas e especiarias, utilizadas para acrescentar sabor e/ou aroma aos alimentos estão presentes na culinária de diferentes povos por milhares de anos. Além de serem empregados na alimentação, esses se destacam por proporcionar benefícios curativos e terapêuticos, apresentando atividade anti-inflamatória, analgésica, antitumoral, antimicrobiana e antioxidante (Matiolli, 2014). Dessa forma, a utilização de ervas e especiarias na incorporação em alimentos tem sido incentivada pelo fato de sua atividade antioxidante, através de compostos capazes de evitar a formação de radicais livres (Gonçalves; Santos; Morais, 2015).

Diante disso, as indústrias vêm aumentando a utilização das especiarias, a fim de desempenhar sua ação antioxidante e antimicrobiana. Embora existam estudos que demonstrem a capacidade antioxidante das especiarias, ainda existe uma lacuna na literatura em relação a avaliação do potencial antioxidantes de cervejas artesanais elaboradas com esses elementos (Weiller; Bezerra, 2017).

### 3.4 Etapas da produção da cerveja

A elaboração de cerveja é basicamente dividida em nove etapas essenciais: moagem do grão, mosturação, clarificação, fervura do mosto, resfriamento, fermentação, maturação, carbonatação e envase, descritas mais detalhadamente a seguir.

#### 3.4.1 Moagem

A moagem é o primeiro processo, em que os grãos de malte são moídos para a liberação dos açúcares presentes no endosperma, quebrados pelas enzimas, para posteriormente serem consumidos pelas leveduras. Então, é necessário moer os grãos para aumentar sua área de contato (Agraria, 2016).

A etapa de moagem do malte tem influência direta sobre a rapidez das transformações físico-químicas, o rendimento, a clarificação e a qualidade do produto final (Filho, 2016). Para uma boa eficiência no processo, a moagem deve ser ideal: não se deve moer os grãos finamente, pois a casca deve ficar íntegra para não prejudicar a filtragem, bem como evitar moer grosseiramente para não perder rendimento (Agraria, 2016).

#### 3.4.2 Mosturação

A mosturação é o processo de transformação de matérias-primas em mosto, devido à solubilização do amido contido nos grãos de malte, através de ações enzimáticas. Este processo depende da temperatura, tempo, grau de acidez, concentração do meio, qualidade do malte e contribuição do produto de moagem (Azevedo; Souza, 2021).

A relação da temperatura com as enzimas é proporcional até atingir a temperatura ótima, ou seja, aumentando a temperatura aumenta a atividade enzimática até atingir a temperatura na qual ocorre a desnaturação da enzima, irreversível. A faixa de temperatura ótima da  $\alpha$ -amilase é de 70 a 75 °C e da  $\beta$ -amilase é de 60 a 65°C. A relação de pH com as enzimas é amilase  $\alpha$  trabalha com o pH ótimo entre 5,6 a 5,8 e a amilase  $\beta$  entre 5,4 a 5,6 (Agraria, 2016).

### 3.4.3 Clarificação

A etapa de clarificação consiste em remover substâncias solúveis e resíduos insolúveis. O principal objetivo é produzir um mosto mais límpido e sem turvação, podendo trazer consequência com perda de qualidade, amargor da cerveja (Guerreiro, 2007).

Nesse processo, o malte moído da etapa anterior é chamado de bagaço de malte, então, nessa etapa separara-se o mosto primário deste bagaço, por meio de um leito filtrante (Guerreiro, 2007). O mosto primário corresponde ao mais concentrado gerado durante a mostura. O mosto secundário ou extrato da lavagem do bagaço é extraído durante o processo de lavagem do bagaço de malte, e representa um mosto menos concentrado. A lavagem é necessária para extrair todos os açúcares que restam ainda no bagaço de malte (Agraria, 2016).

### 3.4.4 Fervura do mosto

A fervura é o processo de estabilização da reação do mosto, levando à ebulição (temperatura próxima de 100 °C), quando são adicionados os lúpulos, que desativam enzimas como amilases e proteases. As características são: esterilização do mosto, inativação de enzimas, concentração e coagulação de proteínas. Após a fervura deve-se resfriar o mosto rapidamente para 20 a 22 °C, a fim de evitar contaminações microbiológicas e formação de compostos como o dimetil Sulfeto (Guerreiro, 2007).

Dentre os principais objetivos da fervura na produção de cerveja estão: evaporação da água excedente, esterilização do mosto, floculação de proteínas, transferência de substâncias amargas do lúpulo, inativação de enzima, evaporação de compostos aromáticos indesejáveis e representação de paladar, aroma e cor: formação de melanoidinas (Macondes, 2021).

### 3.4.5 Resfriamento

O mosto é resfriado em um trocador de calor de placas, até a temperatura de fermentação. Mostos de cerveja tipo *lager* são usualmente resfriados entre 7 e 15 °C e os de tipo *ale* são resfriados em média entre 18 e 22 °C, antes da adição da levedura (Filho, 2016). É necessário resfriar rapidamente o mosto até a temperatura de

inoculação da levedura, para que as substâncias desejáveis do lúpulo não evaporem e a cor não se altere (Agraria, 2016).

#### 3.4.6 Fermentação

O processo fermentativo consiste no ponto central para produção de qualquer bebida alcoólica, possuindo como principal objetivo a conversão de açúcares em etanol e gás carbônico pela levedura, sob condições anaeróbicas. A etapa de fermentação do mosto (primária) é iniciada utilizando culturas de leveduras renovadas após certo número de ciclos fermentativos (quatro ou seis); entre os ciclos, as células são tratadas com soluções ácidas eliminando possíveis contaminantes (Filho, 2016).

#### 3.4.7 Maturação

A maturação consiste no condicionamento da bebida em um maturador, por um determinado período de tempo, que varia de acordo com o tipo de fermentação. Cervejas *lager* de baixa fermentação, necessitam de um tratamento de longo período correspondente a meses ou semanas, enquanto cervejas *ale*, de alta fermentação, necessitam de um período de tempo menor (Gibson; Newsham, 2018).

Essa etapa dura de 6 a 30 dias. Então as leveduras vão se sedimentar, causando o *trub* fino, fazendo com que a cerveja se clarifique. Acontecem também transformações para melhorar o aroma e paladar. Essa fase representa o refinamento e acabamento da cerveja (Guerreiro, 2007).

#### 3.4.8 Carbonatação

O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é um constituinte muito importante da cerveja, responsável pela efervescência e a sensação de acidez deixada na boca, em razão de suas propriedades de gás ácido. Por essa razão, sua concentração na cerveja deve ser cuidadosamente controlada de forma a assegurar que os consumidores possam beber um produto de qualidade (Filho, 2016).

A carbonatação pode ser realizada pela injeção de CO<sub>2</sub> em linha ou em tanque. Na carbonatação em linha, considerado o procedimento mais simples e comumente utilizado nas cervejarias, o CO<sub>2</sub> desidratado é injetado no líquido através de uma placa de aço inoxidável, durante a transferência da cerveja do filtro, até os tanques de armazenamento pressurizados (Filho, 2016).

Esta etapa é crucial para manter a qualidade do sabor da cerveja e garantir um nível específico de dióxido de carbono na bebida. Uma quantidade deste gás é produzida durante a fermentação, graças às leveduras que metabolizam os açúcares presentes no mosto. No entanto, é a geração de um volume adicional de CO<sub>2</sub> antes do engarrafamento que confere à cerveja suas características sensoriais distintas (Central Brew, 2021). A carbonatação pode ser realizada de duas maneiras: de forma forçada por contrafluxo, ou através do processo de *priming*. A carbonatação forçada envolve o uso de CO<sub>2</sub> e requer equipamentos adicionais mais caros, como um tanque de pressão. Este processo ocorre antes do engarrafamento e pode ser realizado também em barris. Tem a vantagem de ser rápido, eficiente e resultar em uma bebida mais clara e estável, sendo um método padrão para produção industrial. Por outro lado, o *priming* utiliza algum tipo de açúcar fermentável na garrafa, que é consumido pelas leveduras residuais da cerveja não filtrada, resultando em uma carbonatação na própria garrafa (Venturini Filho, 2016).

#### 3.4.9 Envase

O envase pode ser feito em barris ou em garrafas, e realizado em conjunto com a carbonatação da cerveja, usando extratores ou máquinas específicas para envase. Esta etapa deve ser realizada com o máximo de cuidado e limpeza possível, evitando a contaminação da cerveja, uma vez que sai de um ambiente controlado para o meio externo, potencialmente agressivo para a cerveja (Vieira, 2017).

### 3.5 Mercado cervejeiro no Brasil

No Brasil, o consumo de álcool, particularmente da cerveja, tem crescido significativamente desde a segunda metade de 1980. Pesquisadores constatarem mudança no padrão de consumo alcoólico brasileiro, a partir dos últimos 50 anos, aproximadamente, quando a cerveja ultrapassou o consumo de destilados e de vinho. O consumo de cerveja no conjunto das bebidas alcoólicas ganha espaço e permite perceber sua importância, se comparado com o resto do mundo (De Freitas, 2015).

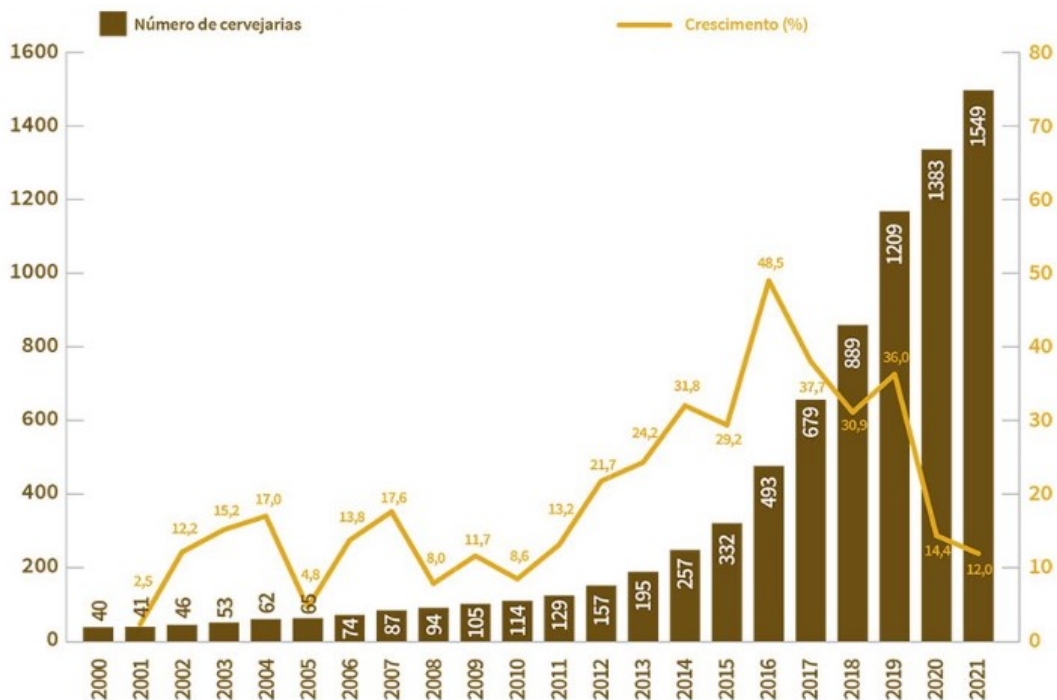
O Brasil é o terceiro maior consumidor de cerveja com consumo aproximado de 14,3 bilhões de litros/ano. O consumo *per capita* ainda é baixo, o país ocupa a 30<sup>a</sup>

posição no *ranking* mundial com um consumo de 58,4 L/ano enquanto a República Tcheca ocupa a primeira posição com 188,6 L/ano (Kirin, 2020; Sindicerv, 2022).

Com o passar dos anos, o mercado brasileiro teve um aumento significativo no número de cervejarias. Conforme os dados apresentados na Figura 3, elaborada por Beer Art (2022) a partir dos dados levantados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, o número de cervejarias até o ano de 2021 aumentou significativamente quando comparado aos anos anteriores. Já em 2017, o país contou com 679 estabelecimentos registrados, sendo mais de 80% deles localizados nas regiões Sul e Sudeste (Sis *et al.*, 2018). Na região Nordeste se concentra 7,2% das cervejarias, 5,1% na região Centro-Oeste e 1,9% na região Norte (Beer art, 2022).

O Brasil, em 2019, era o maior fabricante mundial, com 15,4 bilhões de litros produzidos, estando atrás somente da China (46 bilhões) e dos Estados Unidos (22,1 bilhões).

**Figura 3: Total de cervejarias registrados no Brasil**



Fonte: BeerArt (2022)

Como um todo, a indústria cervejeira gerou naquele ano R\$ 77 bilhões de faturamento, equivalente a 2% do PIB, além disso contribuiu com R\$ 49,6 bilhões em



impostos (Sindicerv, 2019). Na Figura 4 tem-se o mercado cervejeiro do Brasil em números no ano de 2019.

**Figura 4: Mercado cervejeiro em números no ano de 2019**



Fonte: Sindicerv (2019)

Entre os diferentes tipos de cervejas consumidas no Brasil, a esmagadora maioria (98%) corresponde às cervejas do tipo Pilsen. A maioria do mercado (68%) pertence à AmBev, proprietária das marcas Skol, Brahma, Antarctica e Bohemia, sendo esta última a marca de cerveja mais antiga do Brasil ainda em produção (Filho, 2016).

Percebe-se um crescimento considerável de cervejarias no Brasil, conseqüentemente o aumento de cerveja artesanal nos últimos anos. Crescimento esse, resultante de diversos fatores como *hobby*, curiosidade ou até mesmo oportunidade de novos negócios.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Matérias-primas

As matérias-primas utilizadas para a produção da cerveja Pilsen artesanal foram água, três tipos de malte, lúpulo, levedura e capim-cidreira. 40 litros de água mineral Crystal. Os maltes utilizados foram Viena, Pilsen e Munich I, lúpulo Magnum e levedura W34-70, adquiridos na loja Empório Viena de Francisco Beltrão/PR e no supermercado Max Atacadista.

Amostras de capim-cidreira foram coletadas em 5 lotes, um na comunidade Linha Hobold, outro no Bairro Alvorada, ambos em Francisco Beltrão/PR, na comunidade da Linha Isabel Norte e na Vila Santa Catarina ambas na cidade de Salvador das Missões/RS e também na comunidade de Barra Grande em Itapejara/PR nos meses de setembro e outubro. Os pés estavam com altura aproximada de 70 cm. Foram utilizadas folhas verdes sem defeitos aparentes.

### 4.2 Processo de produção do extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira

As amostras de capim-cidreira, aproximadamente 60 cm, foram fracionadas com o auxílio de uma tesoura, lavadas e colocadas em estufa de ventilação forçada para secarem por 48 horas a 37 °C, a fim de conservar a matéria-prima, como se indica na Fotografia 1. Depois de secas, as amostras de capim-cidreira foram trituradas em moinho de facas (Fotografia 1), armazenadas em sacos plásticos para em seguida serem maceradas.

Fotografia 1 –Desidratação (à esquerda) e trituração do capim-cidreira (à direita)



Fonte: autoria própria (2023)

Foram pesadas 25 g de amostra de capim-cidreira triturado, fazendo a maceração com 250 mL de água destilada, utilizando um pistilo e gral (Fotografia 2). Depois de macerada, a amostra de capim-cidreira com a água ficou em repouso por 24 horas dentro do percolador. O líquido foi filtrado através de tecido sintético e o processo repetido mais uma vez. Os extratos obtidos foram congelados em freezer a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , entre placas de isopor, para formação de gelo quebradiço para depois serem centrifugados.

**Fotografia 2 –Maceração (à esquerda) e percolação (à direita) do capim-cidreira para obtenção do extrato aquoso**

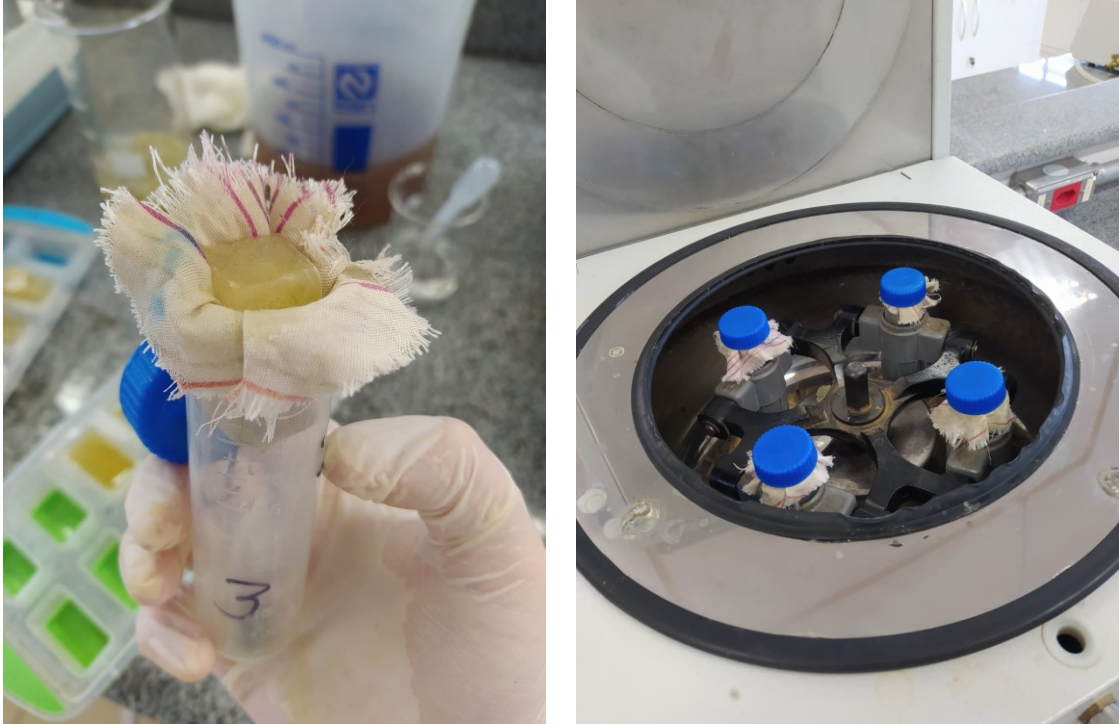


Fonte: autoria própria (2023)

O extrato do capim-cidreira congelado em cubos de gelo (Fotografia 2), foi crioconcentrado uma vez na centrífuga. Foram utilizados quatro tubos de centrifuga com tampa por vez, para cada um deles um tecido filtro e um cubo de gelo, centrifugados por 7 minutos a uma velocidade de 2800 rpm (Fotografia 3). Esse extrato foi pasteurizado em um *Erlenmeyer* a uma temperatura de  $60,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 30 minutos (Low Temperature, Long Time – LTLT) e depois resfriado em banho maria a uma temperatura de 15 a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  para assim evitar a presença de microrganismos termo sensíveis (Fotografia 4).

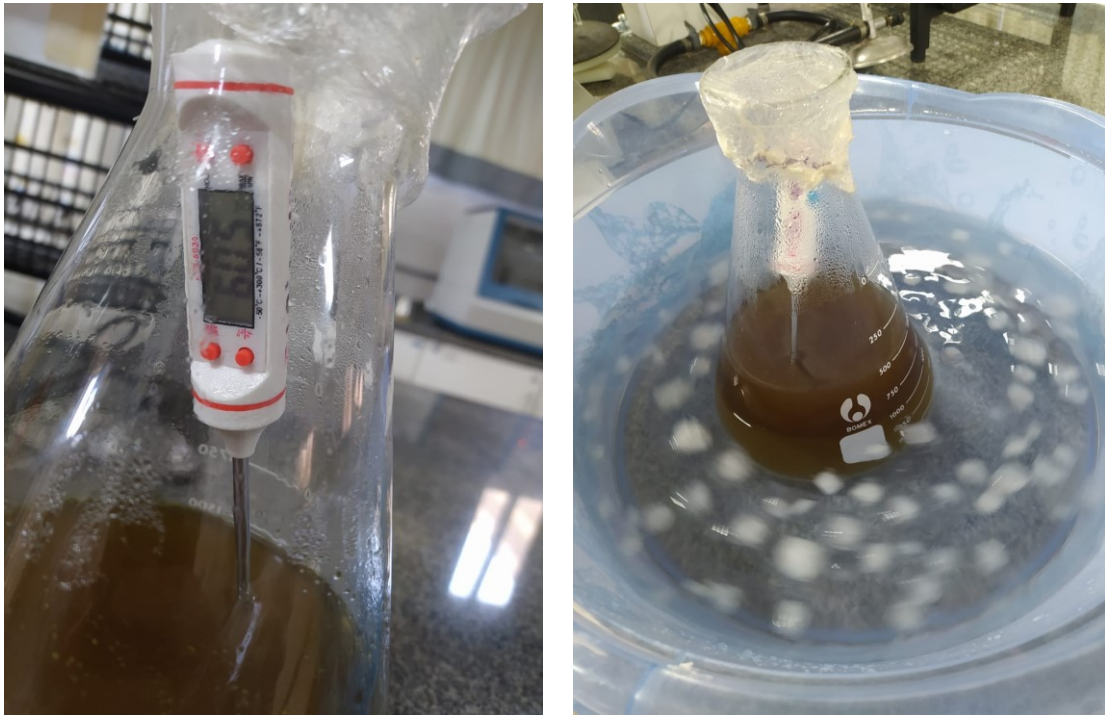


**Fotografia 3 - Cubos de extrato de capim-cidreira para centrifugar (à esquerda) e tubos prontos para centrifugação (à direita)**



Fonte: autoria própria (2023)

**Fotografia 4 – Extrato de capim-cidreira sendo pasteurizado a 60,5°C (à esquerda) e o mesmo sendo resfriado em banho maria a cerca de 15°C (à direita)**



Fonte: autoria própria (2023)

Feito o extrato, ele permaneceu no erlenmeyer hermeticamente fechado em refrigerador até adição na cerveja.

### **4.3 Processo de produção da cerveja do tipo Pilsen**

A cerveja em si foi produzida com seus ingredientes principais, sendo eles água, malte, lúpulo e levedura. Foram utilizados três tipos de malte a fim de fazer uma cerveja mais moderna e encorpada, sendo 6,5 kg de malte Pilsen, 1,0 kg de malte Viena e 1,0 kg de malte Munich I. Utilizando 67,5 g de lúpulo, 40 litros de água mineral da marca Crystal e 11,5 g de levedura W 34-70. O fornecedor das matérias-primas, exceto da água que foi adquirida no supermercado Max Atacadista, foi a loja Empório Viena de Francisco Beltrão/PR.

Fez-se a mosturação adicionando o malte dentro de uma fronha, que foi previamente esterilizada, para depois ser colocado na água a 65 °C, permanecendo ali por uma hora com o fogo desligado e tampado, como mostra a Fotografia 5. Após isso, foi feita a lavagem do malte em outra panela, com água a 76 °C por aproximadamente 10 minutos com fogo desligado depois de chegar a essa temperatura. Feita a lavagem, o mosto todo foi adicionado em uma única panela e iniciou-se a fervura adicionando duas quantidades de lúpulo, 22,5 g de lúpulo no início deixando ferver por uma hora e após, no fim da fervura, acrescentado mais 45 g de lúpulo com o fogo aceso durante esse tempo para o mosto permanecer em fervura.

O resfriamento foi feito colocando a panela da mosturação dentro de banho maria por aproximadamente 4 horas. Posteriormente a cerveja foi colocada em fermentadores de 10 e 20 litros, mostrados na Fotografia 6 à direita, sendo um de cada totalizando 30 litros, fazendo o envase neles com o auxílio de um funil.

A levedura foi dissolvida em 40 mL de água destilada, e depois adicionada aos fermentadores na quantidade 10 mL de levedura dissolvida para cada 10 litros de mosto. Adicionada a levedura, foi montado o *air lock* para cada fermentador para assim ocorrer a fermentação por 14 dias a 12 °C como mostra a Fotografia 5.

**Fotografia 5 - Cerveja pronta para fermentar**

Fonte: autoria própria (2023)

Finalizada a fermentação, foi acrescentado o extrato do capim-cidreira numa quantidade de 5%, ou seja, 0,5 L de extrato no fermentador de 10 L e 1 L de extrato no fermentador de 20 L, e diminuída a temperatura para 4 °C para ocorrer a maturação por uma semana para evitar eventuais *off flavors* e clarificar a cerveja. Depois disso, a cerveja foi envasada, como mostra a Fotografia 6, e depois, em cada garrafa, foi adicionado açúcar para ocorrer a etapa de carbonatação. Esse açúcar foi fervido por 5 minutos, resfriado e depois adicionado 1,5% dessa solução em cada garrafa. Posteriormente, a cerveja foi deixada em repouso por 15 dias para carbonatar.

**Fotografia 6 – Cerveja sendo envasada (à esquerda) e cerveja pronta (à direita)**

Fonte: autoria própria (2023)

#### 4.4 Análises físico-químicas da cerveja

As análises das cervejas comercial e a cerveja com adição de extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira incluiu determinação do pH, teor de sólidos solúveis, cor e teor alcoólico. As análises foram feitas com ambas as cervejas, e as análises com a cerveja com adição de capim-cidreira foi feita com 21 dias de carbonatação.

Análises físico químicas feitas com o extrato do capim-cidreira foram pH, grau brix e cor. As análises foram realizadas com base na metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008) e Stolle (2018).

A determinação do pH da cerveja foi realizada por medição direta com pHmetro previamente calibrado de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolf Lutz (2008), assim como o teor de sólidos solúveis foi feito por medida direta em refratômetro de bancada.

A cor foi determinada a partir da metodologia de Stolle (2018), utilizando um colorímetro portátil, que determinou o grau de luminosidade ( $L^*$ ), intensidade da cor verde e vermelha ( $a^*$ ) e intensidade da cor amarela e azul ( $b^*$ ). A cor foi avaliada a partir dos parâmetros CIE  $L^*a^*b^*$ , que define os seguintes parâmetros:  $L^*$ : entre 0 a 100, sendo de 0 a 50 amostras mais escuras, e de 51 a 100, mais claras;  $a^*$  é entre -60 a +60, que define nos valores positivos a coloração vermelha, e nos negativos a coloração verde;  $b^*$ , que é também de -60 a +60, apresenta para valores positivos coloração amarela e em valores negativos coloração azul. Foi realizado triplicada para cada uma das amostras.

A determinação da acidez total foi realizada pela técnica de titulação com solução de NaOH 0,1 mol/L. A Equação 1 foi utilizada para obtenção do resultado.

$$Acidez\ total = \frac{V*[NaOH]*mmeq\ ácido\ acético*100}{P} \quad (1)$$

Onde:

V = volume gasto da solução de NaOH na titulação (mL)

NaOH = concentração da solução (mol/L)

Mmeq = massa miliequivalente do ácido acético

P = volume de cerveja usado na titulação

Teor alcoólico foi calculado utilizando a densidade relativa do álcool. Foi feita destilação de 200 mL de cerveja até completar 80 mL de destilado. Posteriormente foi

utilizado o picnômetro, pesando-o vazio, com água destilada e com o destilado, para assim fazer o seguinte cálculo utilizando a Equação 2:

$$\frac{M(am)-M(p)}{M(H_2O)-M(p)} = \text{densidade relativa } 20^\circ\text{C}/20^\circ\text{C} \quad (2)$$

M(am) = massa do picnômetro com a amostra

M (p) = massa do picnômetro vazio

M (H<sub>2</sub>O) = massa do picnômetro com a água

O resultado obtido pela equação foi encontrado na tabela de densidade (IAL, 2008) para obtenção da porcentagem de álcool presente na cerveja.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O rendimento do extrato aquoso de capim-cidreira foi de 54% de a partir do extrato aquoso bruto. Isso indica que cerca de 46% de água foi removida em uma fase de crioconcentração. A cada 25 g de capim-cidreira que foi macerado, adicionado a 250 mL de água destilada, após 24 horas foi retirado em torno de 150 mL de extrato. Análises foram feitas no extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira (Tabela 1).

**Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas do extrato aquoso (média ± desvio-padrão)**

Análises	Extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira
pH	5,58±0,01
Teor de sólidos solúveis (° Brix)	0,9±0,1

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Realizaram-se análises na cerveja sendo obtidos os resultados da Tabela 2. Os dados sem desvio padrão foram retirados do rótulo, no caso da cerveja comercial, ou foram decorrentes da metodologia utilizada que dificultava repetição, no caso da cerveja produzida.

**Tabela 2 – Resultados das análises físico-químicas das cervejas**

Análises	Cerveja comercial	Cerveja com adição de capim-cidreira
pH	4,0±0,0	4,6±0,0
Teor de sólidos solúveis (° Brix)	4,9 ±0,1	3,5±0,1
Acidez (%)	0,09-0,15	0,05
Teor alcoólico (%)	5	5,2

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Ao observar os valores encontrados de pH das cervejas pode-se notar que o valor de pH da cerveja produzida se enquadra no valor ideal quando comparado ao da cerveja Pilsen comercial, mesmo sendo levemente maior. Isso pode ser devido a adição do extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira, com pH menos ácido, de 5,58 (Tabela 1).

O resultado de pH obtido estava dentro do limite citado por Ferreira *et al.* (2021) com ideal preconizado para cerveja Pilsen de 3,74 a 4,63 e com Goiana (2016), com pH na faixa de 4 a 5 para cerveja clássica de malte de cevada.

Ainda de acordo com o Sindicato Nacional da Indústria Cervejeira, a cerveja é um produto suavemente ácido, devendo ter pH em torno de 4, pois nessas condições torna-se um meio desfavorável para o crescimento da maioria dos microrganismos. Dessa forma, o pH da cerveja analisada se enquadra na condição padrão aceitável para este tipo de bebida (Sindiserv, 2014).

A escala Brix, ou também chamado teor de sólidos solúveis, indica a porcentagem de açúcar presente na cerveja. Observando a Tabela 2, percebe-se que a cerveja com adição de capim-cidreira tem um percentual menor de açúcar comparada à cerveja comercial. De acordo com Eltermmann *et al.* (2018), os teores de sólidos solúveis estava entre 4,5 e 5 Brix. Sendo assim, a cerveja produzida neste trabalho apresentou uma porcentagem acima do que foi encontrado, já para cerveja comercial (4,9%) está dentro do esperado. Essa diferença pode se dar devido a compostos presentes no extrato de capim-cidreira que interferem na quantidade de açúcar presente na bebida. Já (Oviedo; Oliveira; Faber, 2015) citaram que os valores de °Brix de 2 a 4,8 estão dentro dos limites. Batista (2014) encontrou valores que variam entre 2,40 a 3,20 °Brix quando analisou uma cerveja artesanal com adição de casca de pinhão, podendo se ver que o adjunto adicionado tem interferência nesse parâmetro da cerveja.

Para a cerveja com adição do extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira, observou-se o resultado de uma acidez de 0,05% (Tabela 2). Conforme Kasparly (2021), a acidez deve estar situada entre 0,09% a 0,15%, estando abaixo da porcentagem esperada. Pereira e Leitão (2017) encontraram teores de acidez total que variam entre 0,13 a 0,17% mEq/L de ácido láctico para cerveja do tipo Pilsen, superior ao que foi encontrado no presente trabalho podendo ser conferido na Tabela 2.

O responsável pela acidez da cerveja é o ácido carbônico, resultante da reação entre o CO<sub>2</sub> e a H<sub>2</sub>O, que promove a acidez da bebida, podendo ser responsável pelo aumento da acidez nas cervejas mais carbonatadas. A maioria dos ácidos presentes na cerveja já existe no mosto, porém em proporções distintas, e suas concentrações variam em função da matéria-prima, da variedade do malte e das condições de maltagem (Venturini Filho, 2016). Taylor (2015) afirma não existir valor padrão para

acidez total em cervejas e na legislação brasileira não existe limite para uma acidez ou pH permitido para cervejas, considerando assim a porcentagem de acidez encontrada aceitável para esse tipo de bebida.

O teor alcoólico encontrado para a cerveja com adição do extrato aquoso de capim-cidreira correspondeu a 5,2%. A cerveja comercial utilizada para comparação apresentou teor alcoólico de 5%. Rebello (2009) classifica a cerveja de acordo com o teor alcoólico, sendo alto (>7%), médio (>4%), baixo (>2%) e sem álcool (até 0,5%), sendo assim, a cerveja produzida com adição de capim-cidreira, com teor alcoólico médio. Também segundo (Junior, Vieira; Ferreira, 2009) a cerveja Pilsen resulta em um teor alcoólico de 3 a 5%.

A análise da cor de ambas as cervejas e também do extrato aquoso crioconcentrado foi feita utilizando um colorímetro, efetuando triplicata de todas as amostras, com resultados apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1 – Análise de cor para duas amostras de cerveja e uma amostra do extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira**

Amostras	L*	a*	b*	Médias ± Desvio-padrão
Cerveja comercial	89,55	3,12	6,87	L* = 90,04±0,41
	89,51	3,01	8,02	a* = 3,07±0,08
	91,07	3,08	7,39	b* = 7,43±0,46
Cerveja com capim-cidreira	79,17	4,11	17,58	L* = 77,36±1,34
	75,92	4,42	20,00	a* = 4,32±0,14
	77,02	4,43	18,90	b* = 18,82±0,98
Extrato aquoso crioconcentrado	59,45	5,58	40,13	L* = 63,11±3,37
	60,93	4,89	39,11	a* = 4,82±0,65
	68,96	3,99	34,33	b* = 37,86±2,52

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Com base nessas informações, pode-se dizer que as cervejas possuem um grau de luminosidade médio. Sendo o grau de luminosidade 0 a 100, considerado 0 a 50 mais escuro e de 51 a 100 mais claro, percebe-se que a cerveja com adição de capim-cidreira tem um grau de luminosidade menor, sendo mais escura do que a cerveja comercial. Isso pode ser porque o extrato aquoso de capim-cidreira, após ser pasteurizado, tem uma cor escura de acordo com a Fotografia 4 e também os dados de L\* do Quadro 1.

Sabe-se que a cor da cerveja é amarela e, de acordo com os dados de intensidade a\* e b\* é possível essa confirmação. Observando, primeiramente, o valor de a\* percebe-se que ambas as cervejas apresentam coloração mais avermelhada pois são valores positivos, mas mais baixos comparados com a intensidade b\*. Em

relação aos valores de  $b^*$ , percebe-se que ambas as cervejas têm a cor amarelada, sendo que na cerveja onde foi adicionado o extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira a cor amarela é ainda mais intensa por conta do extrato.

De acordo com os valores de cor do trabalho de Venturini Filho (2016), segundo Brasil (2009), as cervejas analisadas por ele são classificadas como “cervejas claras”, sendo os valores:  $7,65b^*$  e  $7,80b^*$ . Comparando os valores e a classificação feita pelos autores com os valores de cor presentes nesse trabalho, tem-se valores parecidos para cerveja comercial, sendo  $7,43b$ , mas na cerveja com adição de capim-cidreira tem-se o valor de  $18,82b$ , possivelmente devido à cor escura do extrato de capim-cidreira mostrado na Fotografia 4. O produto final é mostrado na Fotografia 7.

**Fotografia 7 – produto final**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

## 6 CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos neste estudo, demonstrou-se a possibilidade da produção de uma cerveja artesanal com extrato aquoso crioconcentrado de capim-cidreira, ainda é pouco explorado nas cervejarias do Brasil. Tendo em vista o crescimento gradual de consumidores de cerveja artesanal, a adição de novos adjuntos mostra-se bastante favorável e com resultados satisfatórios.

As análises físico-químicas ficaram dentro do esperado, existindo grande semelhança nos resultados entre as cervejas, sendo uma Pilsen comercial e outra a cerveja Pilsen produzida. Em relação a esses critérios, conclui-se que a adição de capim-cidreira resultou em valores dentro do padrão para esse tipo de bebida.

Para estudos futuros, sugere-se que as amostras passem por análises físico-químicas mais detalhadas, tanto da cerveja quanto do extrato aquoso de capim-cidreira, para melhorar ainda mais a bebida produzida. Por fim, a adição de capim-cidreira na cerveja artesanal é uma boa opção de adjunto pois atende os parâmetros físico-químicos de uma cerveja Pilsen tradicional do mercado.

## REFERÊNCIAS

- AGRARIA, Malte. **Guia prático de produção de cerveja**. 2016. Disponível em: [https://www.agraria.com.br/extranet\\_2016/uploads/AgromalteArquivo/guia\\_pratico\\_producao\\_de\\_cervejas\\_\\_\\_cervejarias\\_1596195085250.pdf](https://www.agraria.com.br/extranet_2016/uploads/AgromalteArquivo/guia_pratico_producao_de_cervejas___cervejarias_1596195085250.pdf). Acesso em: 03 jun. 2023.
- ALVES, L. M. F. **Análise físico-química de cervejas tipo pilsen comercializadas em Campina Grande na Paraíba**. 2014. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.
- AZEVEDO, L. F. S.; SOUZA, P. G. Avaliação da perda de extrato de cerveja na etapa de brassagem em uma microcervejaria de Manaus. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 34537-34556, 2021.
- BATISTA, Raquel de Almeida. **Produção e avaliação sensorial de cerveja com pinhão (*Araucaria angustifolia*)**. Dissertação (Mestre em Ciências – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Industrial na Área de Microbiologia Aplicada) - Universidade de São Paulo, Lorena, 2014.
- BEER ART. **O mapa da cerveja no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://revistabeerart.com/news/cervejarias-brasil>. Acesso em 03 jun. 2023
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto n. 6.871, de 04 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm). Acesso em 05 jun. 2023.
- CENTRAL BREW, 2021. **Carbonatação na cerveja: entenda melhor o assunto**. Disponível em: <https://centralbrew.com.br/blog/carbonatacao-da-cerveja-entenda-melhor-sobre-esse-assunto>. Acesso em 27 nov. 2023
- D'AVILA, Roseane Farias *et al.* Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 2, p. 60-68, 2012.
- DE FREITAS, Adriana Gomes. Relevância do mercado cervejeiro brasileiro: avaliação e perspectivas e a busca de uma Agenda de Regulação. **Pensamento & Realidade**, v. 30, n. 2, 2015.
- ELTERMANN *et al.* Análise físico-química de cerveja com distintas formas de preparação da amostra. *In*: XI MOSTRA NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA INTERDISCIPLINAR. São Bento do Sul. **Anais [...]**São Bento do Sul: IFC, 2018. p. 1-5.
- EUWA, M. Eumann. **Water in brewing**. *In*: Brewing New technology. Sawston: Woodhead Publishing, p. 183-207, 2006.

- FERREIRA; L. F. D. *et al.* Avaliação química e sensorial de cerveja do tipo pilsen com substituição parcial do malte por polpa de mandioca. **Revista Ifesciência**. v. 7, n. 1, p. 1-11. 2021
- GIBSON, M.; NEWSHAM, P. **Wine and Beer**. In: GIBSON, M. Food Science and the Culinary Arts. [S.l.]: Elsevier Inc., 2018. cap. 19, p. 395-397
- GOIANA, M. L. *et al.* Análises físico-químicas de cervejas artesanais pale ale comercializadas em Fortaleza, Ceará. In: **Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Gramado: FAURGS, 2016.
- GONÇALVES, J. H. T.; SANTOS, A. S.; MORAIS, H. A. Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e triagem fitoquímica de ervas condimentares desidratadas. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 13, n. 1, p. 486-497, 2015.
- GUERREIRO, Lilian. **Produção de cerveja**. REDETEC - Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Março, 2007. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTc=>. Acesso em 05 jun. 2023.
- GUIMARÃES, Luiz Gustavo de L. *et al.* Influência da luz e da temperatura sobre a oxidação do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf). **Química Nova**, v. 31, p. 1476-1480, 2008.
- HUGHES, Greg. **Cerveja feita em casa: tudo sobre os ingredientes, os equipamentos e as técnicas para produzir a bebida em vários estilos/** Greg Hughes: [tradução Rosane Albert]. 1. ed. São Paulo: Publifolha, 2014.
- IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. ZENEBON, O.; PASCUET, N.; TIGLEA, P. organizadores, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf>. Acesso em 14 mai. 2023
- JUNIOR, Amaro A. D.; VIEIRA, Antonia G.; FERREIRA, Taciano P. Processo de produção de cerveja. **Revista Processos Químicos**, v. 3, n. 6, p. 61-71, 2009.
- KASPARY, J. W. **Produção e caracterização de cervejas artesanais tipo pilsen produzidas com lúpulo Polaris (*Humulus Lupulus Polaris*) e adição de hortelã (*Mentha Spicata*)**. 2021. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade do Alto Uruguai e das Missões. Santo Ângelo, 2021.
- KIRIN. Kirin Beer University Report. **Global beer consumption by country in 2019**. 2020. Disponível em: [https://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2020/1229\\_01.pdf](https://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2020/1229_01.pdf). Acesso em: 13 mai. 2023.
- MARCONDES, Lígia. **Fervura e tratamento do mosto. Jornada cervejeira - módulo brassagem**. Centro de tecnologia SENAI alimentos e bebidas. Disponível em:

[https://www.agraria.com.br/extranet\\_2016/uploads/AgromalteArquivo/04\\_fervura\\_e\\_t ratamento\\_jornada\\_8h\\_1601583396918.pdf](https://www.agraria.com.br/extranet_2016/uploads/AgromalteArquivo/04_fervura_e_t ratamento_jornada_8h_1601583396918.pdf). Acesso em 29 abr. 2023.

MATIOLLI, L. S. **Avaliação da citotoxicidade e atividade antioxidante de plantas condimentares**. 2014. 44f. Dissertação (Mestrado em Biociências) – Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Assis, 2014.

MEGA, Jéssica Francieli; NEVES, Etney; ANDRADE, Cristiano José de. A produção de cerveja no Brasil. **Revista Citino**, v. 1, n. 1, p. 34-42, 2011.

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. São Paulo: Alaúde, 2017.

NARDI, R, G. **Comportamento Do Consumidor: Análise Dos Consumidores De Cerveja Artesanal Nas Cidades De Lajeado, Estrela E Teutônia/RS**. 55f. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração de Empresas) - Universidade do Vale do Taquari, 2018.

OLIVEIRA, Lanussy *et al.* Estudo da atividade antioxidante do extrato bruto hidroalcoólico do capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*) pelo método DPPH. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**, v. 16, n. 29, 2019.

OVIEDO, M. S. V. P.; OLIVEIRA, M.; FABER, C.; Elaboração de Cerveja Artesanal a partir da substituição parcial do malte por mel. **Rebrapa**, v. 6, n. 3, p. 1-10. 2015

PEREIRA, F. R.; LEITÃO, A. M. Análises físico-químicas de cervejas tipo Pilsen, comercializadas. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**. Itaquí / RS. v. 8, n. 2, 2017.

PICCIANI, Janaína Raquel da Silva. **Capim-limão**. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico – CDT/UnB - SEBRAE, 2007. Disponível em: [https://www.sebrae.com.br//Sebrae/Portal%20Sebrae/SBRT/pdfs/8547\\_4292.pdf](https://www.sebrae.com.br//Sebrae/Portal%20Sebrae/SBRT/pdfs/8547_4292.pdf). Acesso em: 29 abr. 2023

REBELLO F. F. P. Produção de cerveja. **Revista Agrogeambiental**. v. 1, n. 03, p 145- 155, 2009.

REIS, Juliana dos. **Estudo dos aromas e sabores proporcionados pelo lúpulo nas cervejas especiais**. 2019. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

SANTOS, J. I; DINBAM, R; ADAMES, C. **O essencial em cervejas e destilados**. 2 ed. rev. e amp. São Paulo: Senac, 2013

SINDICERV.- Sindicato Nacional Indústria da Cerveja- **O setor em números**. 2023. Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros>. Acesso em 03 jun. 2023.



SINDICERV. **Vendas de cerveja crescem 7,7% em 2021**. 2022. Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/noticias/vendas-de-cerveja-crescem-77-em-2021>. Acesso em: 1 mai. 2023.

STOLLE, Adrielly Macedo. **Elaboração e caracterização de filmes de pectina para uso na conservação de tomates-cereja (*Solanum lycopersicum*)**. 2018. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

TAYLOR K. **Sour Beers: It's more than just pH**. Craft brewer's conference. v. 1, n. 1, p. 12-16, 2015. Disponível em: <https://www.brewersassociation.org/seminars/sour-beers-its-more-than-just-ph>. Acesso em: 1 mai. 2023.

TRINDADE, S.C. **Incorporação de amora na elaboração de cerveja artesanal**. 2016. 62f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016

VALENTE, B. **Cerveja artesanal, um mercado em expansão no Brasil**. Administradores, O portal da administração. 2017. Disponível em <https://www.linkedin.com/pulse/cerveja-artesanal-um-mercado-em-expans%C3%A3o-brasil-bruna-valente/?originalSubdomain=pt> >. Acesso em 06 dez. 2023.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnologia**. São Paulo: Editora Blucher, 2016.

VENTURINI FILHO, Waldemar G. **Bebidas alcoólicas**. São Paulo: Blucher, 2016. *E-book*. ISBN 9788521209577. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#!/books/9788521209577>. Acesso em: 11 abr. 2023.

VIEIRA, Emanuel da Silva. **Acompanhamento do processo produtivo de uma cervejaria artesanal em Mossoró**. 2017. 29 f. Relatório de Estágio (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2017

WEILLER, Julia *et al.* Elaboração e análise da atividade antioxidante de cervejas artesanais incorporadas de especiarias. **Revista Igapó**, v. 11, n. 1, p. 108-120, 2017.