

## **Produção de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*Zingiber officinale*)**

### **Artisan beer production added ginger (*Zingiber officinale*)**

DOI:10.34117/bjdv9n1-160

Recebimento dos originais: 12/12/2022

Aceitação para publicação: 11/01/2023

#### **Messias Junio Moura Dutra**

Graduação em Engenharia Química

Instituição: Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM – ULBRA)

Endereço: Av. Carlos Drummond de Andrade, Nº 1460, CEP: 69077-730,  
Manaus - Amazonas, Brasil

E-mail: messias.dutra@rede.ulbra.br

#### **Elouise Honorina de França Lima**

Graduação em Engenharia Química

Instituição: Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM – ULBRA)

Endereço: Av. Carlos Drummond de Andrade, Nº 1460, CEP: 69077-730,  
Manaus - Amazonas, Brasil

E-mail: elouise@rede.ulbra.br

#### **Wenderson Gomes dos Santos**

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais

Instituição: Universidade Federal do Amazonas (FCA – UFAM)

Endereço: Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200, CEP: 69067-005,  
Manaus – Amazonas, Brasil

E-mail: wenderson@ufam.edu.br

#### **Douglas Alberto Rocha de Castro**

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais

Instituição: Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM – ULBRA)

Endereço: Av. Carlos Drummond de Andrade, Nº 1460, CEP: 69077-730,  
Manaus - Amazonas, Brasil

E-mail: douglas.castro@ulbra.br

### **RESUMO**

A cerveja, sendo uma das bebidas mais consumidas no mundo, é originada a partir da fermentação do mosto cervejeiro obtido através de quatro ingredientes básicos: malte, água, lúpulo e leveduras. O próprio processo produtivo da cerveja propõe um extenso leque de variedades com relação ao sabor e suas características básicas. O objetivo deste trabalho foi produzir artesanalmente uma cerveja do tipo Pilsen fermentando o mosto cervejeiro sob as temperaturas de 12 °C nos primeiros 8 dias e a 0 °C por mais 8 dias e avaliou-se como essa variação altera suas variáveis físico-químicas. As cervejas foram analisadas quanto à densidade relativa por meio da utilização de um picnômetro, teor alcoólico através de equações utilizadas no meio da produção de cerveja artesanal, acidez total por meio da titulação com hidróxido de sódio 0,1 M e pH através de um phmetro e elétrodos. Após a análise dos resultados obtidos, a cerveja artesanal adicionada de

gengibre apresentou valores de densidade relativa, pH, teor alcoólico e acidez total titulável inferiores com relação à amostra que não tem gengibre, portanto, todas as variáveis indicam que a amostra adicionada de gengibre teve rendimentos favoráveis. De forma geral, as duas amostras apresentaram características físico-químicas esperadas para uma cerveja do tipo Pilsen.

**Palavras-chave:** fermentação, pilsen, caracterização físico-química.

## ABSTRACT

Beer, being one of the most consumed beverages in the world, originates from the fermentation of brewer's wort obtained through four basic ingredients: malt, water, hops and yeast. The beer production process itself offers a wide range of varieties in terms of flavor and basic characteristics. The objective of this work was to produce a Pilsner-type beer by hand by fermenting the brewer's wort at temperatures of 12 °C in the first 8 days and at 0 °C for another 8 days and evaluating how this variation alters its physical-chemical variables. The beers were analyzed for relative density using a pycnometer, alcohol content using equations used in craft beer production, total acidity using 0.1 M sodium hydroxide titration and pH using a pH meter and electrodes. After analyzing the results obtained, the artisanal beer added with ginger showed values of relative density, pH, alcohol content and total titratable acidity lower than the sample without ginger, therefore, all variables indicate that the sample added with ginger had favorable yields. In general, the two samples presented physicochemical characteristics expected for a Pilsner type beer.

**Keywords:** fermentation, pilsner, characterization physical chemistry.

## 1 INTRODUÇÃO

A cerveja é uma das bebidas mais antigas que se tem notícia. Surgiu juntamente com o domínio do cultivo de cereais pelo homem, sendo observados registros de sua fabricação e ingestão entre povos como egípcios, babilônios, gregos e romanos (BOTELHO, 2009).

A cerveja se tornou uma bebida muito popular, os países que mais consomem cerveja no mundo são China, EUA e Brasil (SEBRAE MERCADOS, 2021).

São classificadas pelo teor de álcool e extrato, pelo malte ou de acordo com o tipo de fermentação. As cervejas de alta fermentação são aquelas cujas leveduras flutuam, durante o processo, em temperatura de 20 °C a 25 °C, após fermentar o mosto, gerando um produto decor cobre- avermelhada, de sabor forte, ligeiramente ácido e com teor alcoólico entre 4% e 8% (as alemãs, por exemplo) (SINDICERV, 2007). Conforme Araújo et al. (2003) as cervejas são classificadas basicamente em dois tipos: lager (de baixa fermentação) e ale (de alta fermentação). Cervejas do tipo lager são fermentadas à temperatura entre 7 a 15 °C e a duração da fermentação e da maturação é de 7 a 10 dias.

As cervejas do tipo lager são mais comuns e mais consumidas no mundo, inclusive no Brasil, cujas características da bebida são mais adequadas ao nosso clima. As principais variedades do tipo lager são a pilsen e a Bock (OETTERER, 2006).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver uma cerveja artesanal puro malte adicionada de gengibre, com o intuito de se obter uma formulação que apresente níveis aceitáveis e boa aceitabilidade sensorial. De maneira específica este trabalho, objetiva: Produzir uma cerveja artesanal do estilo lager pilsen adicionada de gengibre e uma sem aditivo para fazer comparação; Realizar as análises Físico-químicas (densidade relativa, teor alcoólico, Acidez total titulável e pH ); Realizar análises Microbiológicas.

## **2 ESTUDO DA ARTE**

### **2.1 CERVEJA**

A palavra cerveja vem primordialmente da palavra em latim biberis que significa o ato de beber, onde se originou o nome de cerveja em italiano (birra), inglês (beer) e francês (bière) (VARNAM e SUTHERLAND, 1997).

Aquarone et al (1983) define que a cerveja “é a bebida não destilada obtida de fermentação alcoólica de mosto de cereal maltado, geralmente malte de cevada, sendo facultativo a adição de outra matéria-prima, como milho, arroz, trigo em geral o teor alcoólico é baixo, de 3% a 8%”.

As cervejas artesanais no mercado têm um preço mais elevado do que cervejas comerciais, por conta dos seguintes fatores: produção de pequena escala, foco na qualidade de matérias-primas, produtos diferenciados e utilizam equipamentos mais simples. Já as cervejarias industriais são mais focadas em alta produção, atendimento para maior quantidade de clientes possíveis e equipamentos mais sofisticados, porém mais caros (MONSTRO CERVEJA ARTESANAL,2015).

#### **2.1.1 Tipos de Cerveja**

Os tipos de cervejas podem ser classificados como Lager, Wheats e Ale. Lager são as cervejas normalmente leves e com distintas graduações de teor alcoólico, mais comum no Brasil. As Wheats podem ser cervejas que variam entre ser claras e escuras, fabricadas com milho, trigo e frutas, dando resultados com bebidas leves ou pesadas. As Ales têm características com odor e amargor acentuado (CARVALHO, 2007).

A cerveja é produzida com trigo não maltado, malte claro (tipo Pilsen), levedura, podendo-se adicionar também outras especiarias que se enquadram ao estilo cítrico e refrescante (STRONG & ENGLAND, 2015).

Originário do sul da Ásia, o gengibre, conhecido por *Zingiber officinale roscoe*, possui benefícios terapêuticos como antimicrobiano, anti-inflamatório, antipirético, diurético e antioxidante. Ademais, atua como especiaria na culinária, onde entra na preparação de molhos, peixes e bebidas alcoólicas (NICÁCIO et al, 2018).

### 2.1.2 Classificação

No decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009 no artigo 38 da seção III, as bebidas alcoólicas fermentadas são classificadas quanto ao seu extrato primitivo, proporção de malte em cevada, quanto a coloração, teor alcoólico e fermentação. A Tabela 1 demonstra esses os parâmetros (BRASIL, 2009).

Tabela 1: Classificação das Cervejas

Parâmetro	Característica
<b>Quanto ao extrato</b>	
Leve	Extrato primitivo menor ou igual $25\% \leq 10,5\%$
Comum	Extrato primitivo maior e igual $10,5\% > 12\%$
Extra	Extrato primitivo maior ou igual $12\% \leq 14\%$
Forte	Extrato primitivo maior que 14%
<b>Quanto à proporção de malte em cevada</b>	
Cerveja puro malte	100% de cevada como fonte de açúcar
Cerveja	$50\% \geq$ de cevada como fonte de açúcar
“Cerveja de...”	Maior que 20% de cevada como fonte de açúcar
<b>Quanto ao teor alcoólico</b>	
Sem álcool	Menor ou igual a 0,5%
Com álcool	Maior que 0,5%
<b>Quanto a coloração</b>	
Cerveja Clara	Igual a 20
Cerveja Escura	Maior que 20
<b>Quanto à fermentação</b>	
Baixa fermentação	Fermentação com temperatura a baixo (9 a 15°C) mais lenta e aromas mais fortes
Alta Fermentação	Fermentação com temperatura mais alta (15 a 25°) e aromas mais frutados

Fonte: BRASIL, 2009.

## 2.2 MATÉRIAS-PRIMAS DA CERVEJA

### 2.2.1 Água

Esse pode ser considerado o ingrediente principal para a produção da cerveja, por esse motivo esse produto deve estar livre de impurezas, filtrada, sem cloro, sabor e cheiro,

inócua, livre de contaminações, para servir de nutriente para as leveduras fermentativas. Com relação a sua dureza, a água com elevado teor de sulfato de cálcio (dureza permanente) está associada a cervejas amargas e para a cerveja Pilsen necessita de água mole para a sua produção, isto é, pobre em cálcio e magnésio (TOZETTO, 2017).

### 2.2.2 Malte

O processo de malteação ocorre quando a cevada passa por um processo de conversão do amido existente em seu endosperma em açúcares fermentescíveis. Essa transformação enzimática é dividida em três etapas básicas: a maceração ou embebição, a germinação e a secagem ou clivagem. O principal cereal utilizado na maltagem é a cevada, gramínea da espécie *Hondeum vulgare*. L. Alguns países usam o sorgo, milho e trigo entre outros para produzirem maltes desses cereais. Qualquer tipo de cereal pode ser utilizado para malteação, mas a nomenclatura por cereais deverá conter “malte de” (REINOLD, 1997).

### 2.2.3 Lúpulo

Tozetto (2017) esclarece que este ingrediente confere o aroma e o sabor amargo na cerveja. Por fornecer amargor à mistura, equaliza a acidez e o leve dulçor do produto, conferindo aromas e sabores característicos. É o terceiro constituinte da formulação da cerveja, além da água e do malte. Seu uso é reduzido, sendo necessários entre 40 a 300 gramas para o preparo de 100 L de cerveja.

### 2.2.4 Fermento

O fermento é um microrganismo eucarionte, unicelular, que se reproduz geralmente por gemulação ou brotamento. Para que a fermentação tenha sucesso, dentro de especificações técnicas, é muito importante que se misture ao mosto uma quantidade de leveduras capaz de converter os açúcares em álcool e gás carbônico, dentro de determinadas condições metabolizando os açúcares fermentescíveis afim de se produzir álcool, gás carbônico, energia na forma de ATP e calor (REINOLD, 1997).

## 2.3 LEGISLAÇÃO DA CERVEJA

O decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009, que dispõe sobre padronização, classificação, produção, entre outros, de bebidas alcoólicas ou não, no qual está incluso as cervejas, destaca os seguintes itens:

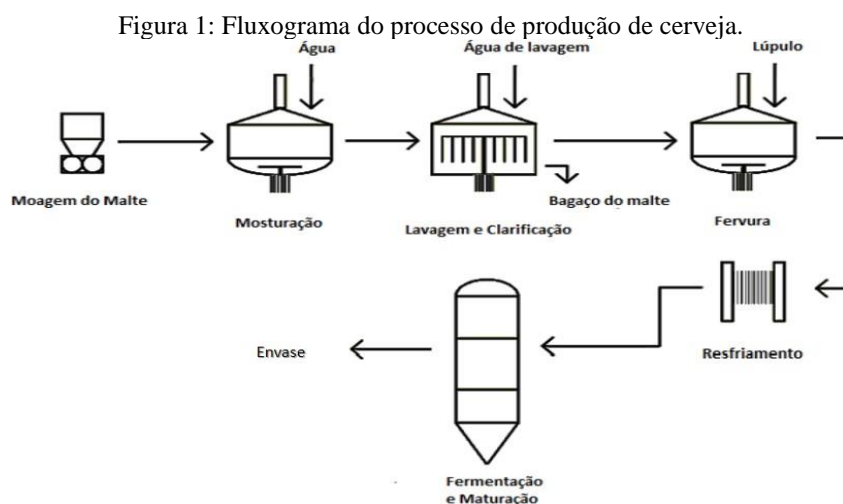
- No artigo 11, determina que em toda bebida deve ter rótulo com as informações como: nome do produtor, endereço do fabricante, denominação do produto, marca comercial, ingrediente, conteúdo, graduação alcoólica, identificação de lote, prazo de validade e frase de advertência;
- E no artigo 41, “a cerveja adicionada de um suco vegetal deverá ser denominada como “cerveja com...”, acrescida do nome vegetal”;

## 2.4 TIPOS DE PROCESSOS QUÍMICOS

Na indústria cervejeira são realizadas em torno de oito operações unitárias e como: moagem do malte, mosturação, filtração, fervura, precipitação do mosto, fermentação, maturação e clarificação. Podendo ocorrer processos descontínuos (em bateladas) e contínuos na indústria cervejeira (SILVA, 2005).

### 2.4.1 Fabricação da Cerveja

Tendo como base o acervo bibliográfico consultado, foi observado que em sua maioria os autores contemplam que a produção de cerveja, passa basicamente por 7 etapas conforme pode ser observado (fig. 01):



#### **2.4.2 Moagem**

A moagem de grãos de malte tem como propósito a quebra de partículas para que o amido do malte acessível ao fracionamento enzimático do amido em açúcares. A trituração do malte não deve ser tão fina para não dificultar a filtração e nem tão grossa, o que iria implicar na dificuldade em hidrólise do amido (CARVALHO, 2007).

#### **2.4.3 Mosturação**

Este processo, também conhecido como “brasagem” ou “quebra”, é a transformação do amido do malte em açúcares para fermentação (HUGHES, 2014).

O controle de temperatura é essencial para mosturação esse é feito na forma de temperatura, onde as enzimas são ativadas, a fim de obter uma mostura adequadas a grupos enzimáticos, como: amilíase, protease e asglucanas (que tem como atividades quebrar moléculas de rigidez do amido) (CARVALHO, 2007).

#### **2.4.4 Filtração**

Este processo consiste em separar o bagaço do malte da mistura líquida açucarada e visa obter extração e agilidade na operação, o mosto é filtrado e as cascas são depositadas no fundo do recipiente, onde o bagaço é lavado a fim de extração de sólidos solúveis, como taninos (SACHS, 2001).

#### **2.4.5 Fervura e Resfriamento do mosto**

Segundo Carvalho (2007), a fervura é o processo de estabilização da reação do mosto, levando à ebulição (temperatura de 100 °C). e nesta etapa, são adicionados os lúpulos por um período, 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 de 100°C para 20-22 °C, a fim de evitar contaminações microbiológicas e formação (Dimetil Sulfeto) (CARVALHO, 2007).

#### **2.4.6 Fermentação**

Consiste na transformação dos açúcares do mosto em álcool e gás carbônico, pela ação da levedura em condições anaeróbicas. Além do lúpulo, as leveduras promovem características fundamentais para sabor e aroma da cerveja (SILVA, 2005).

#### 2.4.7 Maturação

Nesta fase ocorrem pequenas transformações na cerveja, promovendo a finalização do processo. Ocorrendo formação de CO<sub>2</sub> e o produto final é transformado em substâncias finas como ésteres no decorrer do tempo de processo (CARVALHO, 2007).

#### 2.4.8 Clarificação

A etapa de clarificação consiste em obter substâncias solúveis e resíduos insolúveis. O principal objetivo é atingir o mosto mais límpido e sem turvação, podendo trazer consequência como perda de qualidade, amargor da cerveja (CARVALHO, 2007).

#### 2.4.9 Envase

O envase pode ser feito em barris ou em garrafas, e realizado em conjunto com a carbonatação da cerveja, usando extratoras 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).

#### 2.4.10 Gengibre

Tão conhecida em nossa região a raiz de gengibre (fig. 02), mangaratá, mangaratáia ou simplesmente gengibre são os nomes pelos quais é conhecido o rizoma da *Zingiber officinale Roscoe*, que pode atingir de trinta centímetros até um pouco mais de um metro de altura. Seus ramos e folhas de coloração verde-escura partem de um caule grosso, duro, tuberoso, articulado e vivaz, denominado rizoma (RAVINDRAN; BABU, 2005).

Figura 2: Raiz de Gengibre.



Fonte: Alves (2014).



### 3 METODOLOGIA

A cerveja foi produzida no endereço: Rua T1, nº 9, bairro compensa, no CEP: 69035-361; Manaus-Amazonas. As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de Engenharia Química do Centro Universitário Luterano de Manaus-ULBRA e análises microbiológicas foram realizadas pelo laboratório externo Nutricon Consultoria e Análises de Alimentos. As matérias primas foram adquiridas na casa do cervejeiro BREW SHOP e a raiz de gengibre na feira Manaus Moderna.

Para a produção desta cerveja foram utilizados os procedimentos descritos por Arruda (2013) e Hughes (2014). Para as análises foi utilizada a metodologia Instituto Adolf Lutz (2004): análises de pH, acidez total titulável, teor alcoólico, densidade relativa. As análises microbiológicas, conforme atendimento às legislações brasileiras foram realizadas: determinação de NMP (Número Mais Provável) de bactérias coliformes totais, determinação do NMP de bactérias coliformes fecais e determinação de Salmonella.

#### 3.1 HIGIENE E BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO

A higienização do ambiente foi realizada de acordo com a portaria SVS/MS nº 326 de 30 de julho de 1997 que regulamenta boas práticas de fabricação e higienização que estabelece requisitos essenciais de higiene e boas práticas de fabricação para consumo humano.

##### 3.1.1 Produção e Análises da Cerveja

Para fabricação da cerveja artesanal do tipo lager pilsen foram produzidos dois lotes com formulações diferenciadas:

- Nº 1º lote com adição de 20 g de gengibre;
- Nº 2º lote sem adição de adjuntos.

##### 3.1.2 Elaboração da Cerveja

A produção da cerveja artesanal seguiu as seguintes etapas no fluxograma da Figura 3 do processo com método all-grain de acordo com Hughes (2014). Em todos os lotes foram utilizados 2 kg de Malte Pilsen, 0,5 kg Malte Chateau Munich, os respectivos ingredientes de lúpulo Nugget 20 g e 15 g de lúpulo Brewr's Gold, 1x Fermento Fermentis S-33 ou Fermentis US-05, 20 g de gengibre ralado e 20 L de água mineral.

Figura 3: Fluxograma do processo de produção de cerveja artesanal tipo lager pilsen.



Fonte: Autor (2022).

### 3.1.3 Mosturação ou Sacarificação

Previamente foi aquecido 7 L de água até 60 °C em uma panela acoplado a um meio filtrante (*fundo falso*), adicionaram-se os grãos de malte moídos levando a queda de temperatura. Em seguida, agitou-se para evitar aglomeração do malte.

Contudo, a metodologia de mostura executada para os dois lotes foi conforme a Tabela 2, que são os controles operacionais de transformação das enzimas de amido em açúcares fermentáveis, de acordo com tempo para cada temperatura e pH característicos da cerveja tipo pilsen.

Tabela 2: Rampa de temperaturas.

Ordem	Enzimas	Minutos	pH	Temperatura	Função
1	Ativação enzimática	15	5	60 °C	Adequação das moléculas ao substrato.
2	Proteases	15	5,2	53 °C	Quebra de proteínas.
3	Beta-amílase	15	5,4-5,6	64 °C	Quebra do amido paramaltose.
4	Alfa-amílase	15	5,6-5,8	70-71 °C	Quebra do amido para dextrinas inferiores.

\*Até teste de iodo negativo.

5	Inativação dasenzimas10	Não aplicável	78 °C	Ausência de amido na mostura.
---	-------------------------	---------------	-------	-------------------------------

Fonte: Monstro Cerveja Artesanal, 2013.

Ao término das etapas anteriores, o mosto foi submetido a um processo de filtração por meio do filtro *fundo falso* com uma segunda panela para receber o mosto filtrado, e assim seguir para a etapa de fervura.

O mosto filtrado foi submetido ao aquecimento até a ebulição do mesmo. Ao notar-se a presença de bolhas de ebulição no mosto, foram inseridos 20g de lúpulo no mosto, onde permaneceu-se nessa temperatura durante um período de 1h. Após esse tempo, foram inseridos mais 15g de lúpulo. Para seguir com o processo de resfriamento, foi utilizada uma serpentina de alumínio previamente sanitizada por onde passará água corrente à temperatura ambiente até o mosto atingir uma temperatura de 20 °C, ao atingir 20 °C, deixou-se o mosto descansar por 15 min durante o processo de sanitização do balde fermentador, sua respectiva tampa e *airlock*. Ao término do processo, a gravidade específica do mosto foi medida e posteriormente alocado no balde fermentador de 20L, a levedura foi inserida e lacrou-se o balde.

O balde fermentador foi destinado a geladeira onde passou pelo processo de fermentação sob uma temperatura de 7 e 12 °C. Ao término da fermentação, reduziu-se a temperatura para 0 °C por oito dias, onde ocorreu a etapa de maturação e carbonatação.

## 3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas realizadas foram: densidade relativa, teor alcoólico, acidez total titulável e pH.

Todas as metodologias utilizadas foram propostas por intermédio de Alves (2014). Para acidez total titulável, pH e densidade relativa, as mesmas foram baseadas no procedimento proposto pelo Instituto Adolfo Lutz (2005), o teor alcoólico foi obtido através da metodologia proposta por Tinseth (1993).

### 3.2.1 Densidade Relativa

Primeiramente foi pesado um picnômetro vazio de 25 mL de volume em uma balança analítica e anotou-se o valor da massa do mesmo. Posteriormente pesou-se a amostras de cerveja, anotaram-se suas respectivas massas e finalmente pesou-se água destilada.

O cálculo de densidade relativa da cerveja foi feito de acordo com a equação:

$$D = \frac{P_{am}}{P_{H_2O}}$$

D = densidade relativa à temperatura ambiente.

$P_{am}$  = Massa do picnômetro com a amostra de cerveja (g).  $P_{H_2O}$  = Massa do picnômetro preenchido com água (g).

### 3.2.2 Determinação de Teor Alcoólico (%mL/mL)

Após determinação da densidade relativa, os valores obtidos foram validados utilizando Tabela de porcentagem de álcool a 20 °C que se correspondeu às densidades relativas, obtendo os valores de álcool na amostra. Os resultados foram obtidos em % v/v (IAL,2004; IAL,1985).

### 3.2.3 Determinação de Acidez Total Titulável (mL/g)

Determinou-se a acidez total por meio de titulação, foram pesados 50 g da amostra líquida e adicionou-se Erlenmeyer de 125 mL, após este processo incorporou-se 3 gotas do indicador de fenolftaleína e titulou-se com solução de hidróxido de sódio a 0,1M, previamente padronizado com biftalato de potássio, até que as soluções obtivessem uma coloração rosa.

Os cálculos de Acidez em solução molar foram determinados conforme a equação abaixo:

$$V/M = \frac{V \times FC \times 50}{P}$$

Onde:

V= mL gasto na titulação.

FC= fator de correção de NaOH 0,1 N. P= Peso da amostra.

### 3.2.4 Determinação de pH

Para determinação do pH do mosto durante a sacarificação, utilizou-se fitas universais e no produto final adotou-se equipamento de pHmêtro que determinou

eletronicamentepor potenciômetro e eletrodos. Previamente, calibrou-se o pHmetro com uma solução tampão de pH 4,0 e 7,0. Em seguida, recolheu-se em torno de 10 mL da amostra do produto final e realizou-se a aferição no equipamento.

### 3.2.5 Análises Microbiológicas da Cerveja

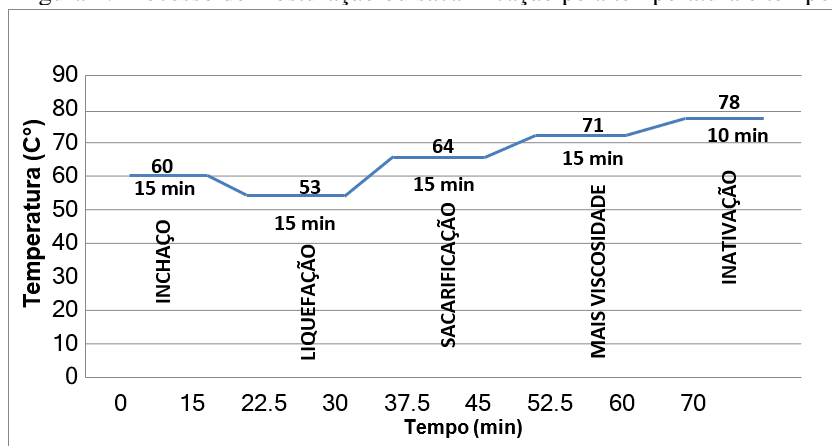
As análises microbiológicas das cervejas, tais como: determinação do NMP (Numero Mais Provável) de bactérias coliformes totais, NMP de bactérias e coliformes fecais e bactérias do gênero *Salmonella* foram analisadas por um laboratório externo Nutricon Consultoria eAnálises de Alimento, com fim de atendimento à legislação para consumo humano.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PROCESSO DE MOSTURAÇÃO OU SACARIFICAÇÃO

Processo utilizado para obtenção de açúcares fermentáveis pode ser conhecido como “mosturação” ou “sacarificação”. De acordo com Priest (2006), o processo de mostura é o de maior influência na fermentação, consequentemente, no produto final. A Figura 4 demonstra em processo de mosturação ou sacarificação utilizado em relação a temperatura e o tempo em todos os dois lotes conforme a metodologia de Hughes (2014). Durante esse processo, o malte moído passou por cinco etapas, tais como: ativação das enzimas (inchaço), proteases (liquefação), beta-amilase e alfa-amilase (sacarificação), mais viscosidade e inativação de enzimas do amido.

Figura 4: Processo de mosturação ou sacarificação pela temperatura e tempo.



Fonte: Autor, (2022).

A primeira fase da mosturação constitui na mistura do malte de cevada previamente moído e água potável a 60°C durante quinze minutos. Nesse processo, ocorrem quebras das cadeias de amido, a partir da absorção da água, onde rompem-se a amilopectina devido ao volume retido e dissolvendo-se na água a amilase. A Figura 4 demonstra o rompimento da ligação dupla dos açúcares redutores e ocorreu inchaço das partículas de amido com água quente onde se tornaram mais vulneráveis para transformação das enzimas. Observou-se que a solução se tornou viscosa e de coloração branca conforme a Figura 5.

Figura 5: Absorção de água no malte de cevada.



Fonte: Autor, 2022.

Na segunda fase, com a adição da cevada baixou-se a temperatura para 53 °C durante quinze minutos. Nessa etapa ocorre o processo de quebra de proteínas, onde ocorre a quebra das longas cadeias de amilose e amilopectina, sendo transformadas em cadeias menores, obtendo um líquido menos viscoso, onde realizou-se o primeiro teste do iodo. Essa etapa de ação sob essa enzima é de suma importância para degradação de longas cadeias.

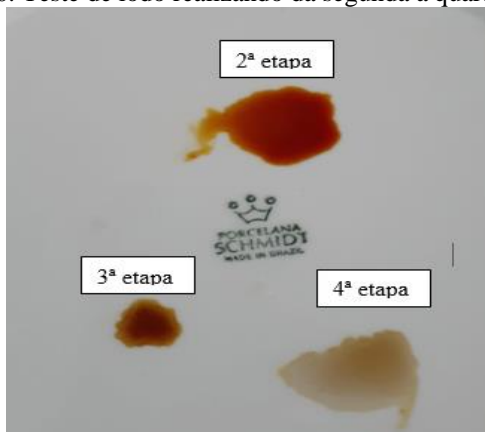
Na terceira fase, elevou-se a temperatura até 64° C, permanecendo constante por mais quinze minutos, realizou-se o segundo teste do iodo. Nesta etapa observou-se a quebra das partículas de enzima para maltose, tornando o mosto mais açucarado para alimentação das leveduras, ou seja, quanto maior quantidade de enzimas obtidas nesse ciclo, maior será o teor alcoólico obtido no produto final.

No quarto estágio, após ascender para temperatura de 70 °C durante quinze minutos, realizou-se o terceiro teste do iodo para detectar a presença ou ausência do amido

no malte, após o tempo esperando para observar a cor do mosto, ocorrendo a sacarificação do amido.

Na Figura 6 demonstra-se o teste realizando durante três etapas, observando a transformação do amido em açúcares fermentáveis, onde coloração escura mostra que ainda há presença do amido e clara quando não contem o mesmo.

Figura 6: Teste de iodo realizando da segunda a quarta etapas.



Fonte: Autor, (2022).

No último processo foi realizado a inativação das enzimas e a filtração aumentando a temperatura mosto até 78°C, abrindo a torneira da panela com *fundo falso* acoplada à saída de registro como objetivo de separar o meio líquido açucarado com os grãos de malte.

Na Figura 7 pode-se observar esse equipamento antes de ser utilizado e após utilização. Paralelamente foi realizando uma lavagem com água potável previamente aquecida a 70°C sobre o mosto açucarado com objetivo de obter maior rendimento do malte.

Figura 7: Meio filtrante utilizando panela de *fundo falso* acoplada na panela.



Fonte: Autor, (2022).

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CERVEJA

Foram realizadas as análises: determinação de pH, acidez titulável, densidade relativa, teor alcoólico nos dois lotes.

### 4.2.1 Determinação de pH

A determinação de pH foi realizada no produto final com o objetivo de analisar as influências do processo de produção da cerveja, bem como a importância na composição do produto final.

O pH é de suma importância para que o processo de mosturação ocorra de uma maneira precisa, tendo em vista de que uma vez que existam faixas ótimas para cada ação enzimática que varia de 4,6 até 5,8 (CARVALHO, 2007). Na Tabela 3, foram expressos os valores de pH obtidos durante análise realizada.

Tabela 3: Dados óbitos de pH nos dois lotes e padrão de referência.

<b>Lotes</b>	<b>Média de pH</b>
<b>Padrão</b>	4,380
<b>Lote 1</b>	4,107
<b>Lote 2</b>	4,677

Fonte: Autor, (2022).

Para cervejas de alta fermentação, o valor de pH na metodologia encontra-se na faixa de 3,8 a 4,7 (ARRUDA, 2013). Na Tabela 3, destaca-se que nesse estudo encontrou-se valores de pH entre 4,10 a 4,67, no qual as análises do padrão, lote 1 e lote 2 estão dentro dos parâmetros desejados para produto final. Já o lote 1 obteve o valor um pouco abaixo do lote 2, no qual é facilmente explicado por conta da adição de 20g da polpa do gengibre no processo de fervura. De acordo com Tozetto, 2017, a adição de gengibre aumenta a produção de enzimas diminuindo a acidez do líquido, favorecem a digestão ocasionando a diminuição do pH.

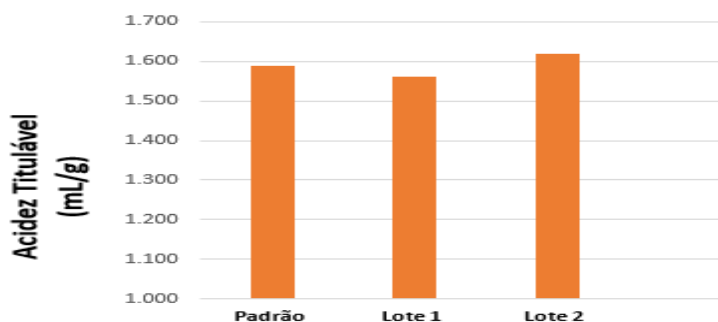
Diferentemente de Arruda (2013), que adicionou a polpa da fruta e ou raízes na mostura, assim tratando a mesma como adjunto, diferentemente neste trabalho foi adicionado e submergido na fervura do mosto, com objetivo de que a polpa do gengibre foi tratada como especiaria, obtendo maior concentração em sabor e odor por ação da fervura.



#### 4.2.2 Determinação de Acidez Total Titulável (v/m)

O ácido carbônico oriundo da fermentação do mosto eleva a acidez da bebida, contudo na cerveja há outros ácidos presentes na composição do mosto, variando suas respectivas concentrações (VENTURINI FILHO, 2004). Na Figura 8 apresenta-se os dados obtidos referentes à acidez titulável.

Figura 8: Dados obtidos referentes à acidez titulável.



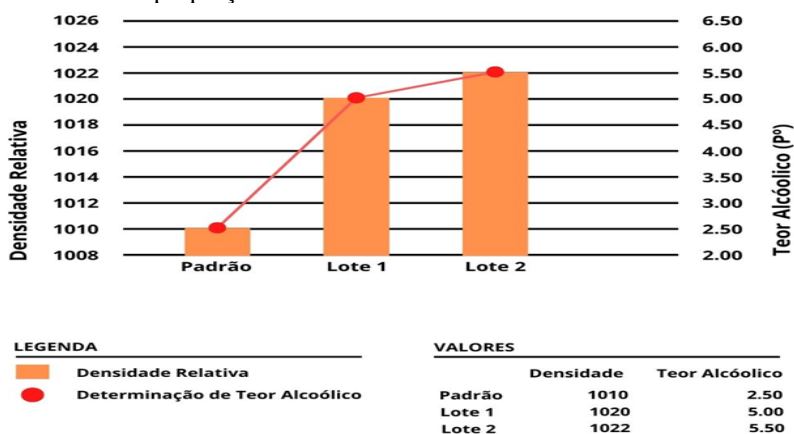
Fonte: Autor, (2022).

Neste trabalho a acidez média da cerveja com maior influência que foi o lote 2, de 1,62 mL/g, comparado com o valor da cerveja padrão de mercado de 1,59 mL/g, indicando acidez aceitável para o estilo Pilsen, isso se dá por conta deste lote não obter gengibre em sua receita, já que no lote 1 ocasionando acidez baixa de 1,56 mL/g. Ou seja, pode-se evidenciar com os valores dos resultados de pH, onde o 1º lote obteve menor pH, e menor acidez titulável.

#### 4.2.3 Determinação de Densidade Relativa com Picnômetro (20 °C/20 °C) e Determinação de Teor Alcoólico (%v/v)

De acordo com a metodologia de Instituto Adolf Luiz (IAL,2004; IAL,1985), para obter o teor alcoólico de cada lote, foi necessário mensurar a densidade relativa com picnômetro, transformar em valores Tabelados de teor alcoólico expressa por °P (grau plato). Na Figura 9, apresenta-se os resultados obtidos da densidade e teor alcoólico.

Figura 9: Resultados da proporção entre densidade relativa e teor alcoólico dos lotes e padrão.



Fonte: Autor, (2022).

De acordo com Hugues (2014), esperava-se para esse estilo de cerveja Pilsen um teor de 4,5 °P. Demonstra-se que a densidade relativa mensurada e o teor alcoólico são diretamente proporcionais. Porém, durante as análises, o lote mais próximo deste parâmetro foi o lote 1, isso se dá por conta do gengibre, pois a adição do gengibre diminui a densidade relativa e teor alcoólico. Diferentemente do lote 2, isso se justifica pelo mosto mais ácido que dificultam o crescimento dos microrganismos.

### 4.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DA CERVEJA

As análises microbiológicas dos dois lotes mostraram que não houve fatores patogênicos que poderiam causar danos à saúde humana, conforme as legislações “os contaminantes microbiológicos (...) não devem estar presentes em quantidades superiores aos limites estabelecidos no Regulamento Técnico Mercosul correspondente” (BRASIL, 2009), atendendo aos parâmetros desejados de coliformes totais, coliformes fecais e bactéria do gênero conforme a Tabela 4 os resultados pelo laboratório terceirizado:

Tabela 4: Resultados das análises microbiológicas.

Análises microbiológicas	Parâmetros	Lote 1	Lote 2
NMP de bactérias coliformes totais	Ausência	Ausente	Ausente
NMP de bactérias coliformes fecais	Ausência	Ausente	Ausente
Bactérias do gênero <i>Salmonella</i>	Ausência	Ausente	Ausente

Fonte: Autor, (2022).

## 5 CONCLUSÕES

Através dos dados expostos conclui-se que os dois lotes nas análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nos produtos finais alcançaram as expectativas. A polpa dogengibre neste trabalho utilizado influenciou diretamente no primeiro lote com imersãode 20g da polpa do gengibre no processamento da cerveja.

A cerveja com imersão e adição da polpa do gengibre apresentou valores de pH e teor alcoólico pouco abaixo comparado ao lote sem o adjunto. Enquanto a acideztotal titulável obtiveram resultados abaixo do especificado no lote padrão analisado, determinados pela ação da polpa do gengibre neste processo de produção.

Portando, para este projeto os objetivos foram alcançados na fabricação de dois lotes com diferentes receitas para fins comparativos, agregando valor ao primeiro lote adicionado gengibre a receita, com fim de gerar um agradável sabor e refrescância ao produto final.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA e SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Tecnologia de bebidas**: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado. São Paulo; Edgard Blücher, 2005.

AQUARONE, E.;BORZANI, W.;NETTO, W.S.;LIMA, U.A.; **Biotechnologia Industrial:Biotechnologia na Produção de Alimentos**. V.4.São Paulo :Edgard Blücher, 2001.

ARAÚJO, F. B.; SILVA, P. H. A.; MINIM, V. P. R. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2003.

ARRUDA, Iza. **Produção de cerveja com adição de polpa de Murici (Byrsonima)**.4. Artigo-Departamento de engenharia de alimentos, Campos Universitário do Araguaia, 2014.

BRASIL. **Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997**. 1997. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 08/05/ 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009**. Diário Oficial da União. Poder executivo, Brasília, DF, 14 jul. 1994.

BOTELHO, Bruno Gonçalves. **Perfil e teores de amins bioativas e características físico- químicas em cervejas**. 2009. Dissertação (Pós-Graduação) - Curso de Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CARVALHO, C.; TREICHEL, M.; KIST, B.; SANTOS, C.; FILTER, C. Anuário Brasileiro da fruticultura 2007. **Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz. Santa Cruz do Sul**, 2007.

CARVALHO, Lilian Guerreiro de. **DOSSIE TECNICO: Produção de Cerveja**.

FAGRELL, B.; DE FAIRE, U., BONDY, S.; et al. "**The effects of light to moderatedrinking on cardiovascular diseases**". Journal of Internal Medicine, 1999, 246:331-340.

FOUST, Alan S. et al. **Princípios das operações unitárias**. Rio de Janeiro: LTC, 2008. IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**. 3. ed. São Paulo, 1985. 533p.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 4 Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: IMESP, 2004. 1004p.

Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://microbiologia.icb.ufmg.br/monografias/195.PDF>>. Acesso em: 19/05/2021.

HUGUES, Greg **Cerveja feita em casa: tudo sobre os ingredientes, os equipamentos, e as técnicas para produzir a bebida em vários estilos**. 1 ed. São Paulo, 2014.

MORADO, R. **Larousse da cerveja**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

**MONSTRO CERVEJA ARTESANAL**. Disponível em: <<http://cervejamonstro.com/2013/02/07/witbier-cerveja-de-trigo-belga/>>. Acesso em: 13setembro. 2022.

MÜLLER, A. **Cerveja!** Canoas: Ed. ULBRA, 2002.

OETTERER et. al. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Manole, 2006.

OLIVEIRA, N. A. M. de. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja**. 2011. 45 f. Monografia (Pós-graduação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo

PRIEST Fergus G, Graham G. Stewart. **Handbook of brewing**.--2nd ed. New York: Marcel Dekker, 2006.p. cm. -- (Food science and technology ; 157)

QUEIROZ, Mariana. **O negócio milionário das cervejas artesanais**. Revista ISTO É: Economia, N° Edição: 2283.16 agosto, 2013.

REINOLD, R. M. **Manual Prático de Cervejaria**. 1.ed. São Paulo: Aden, 1997.213p.

RAVINDRAN, P. N.; BABU, K. N.; **Ginger: the genus Zingiber**. Sri Lanka: CRC Press,2005.

REINOLD, M. **Manual prático de cervejaria**. 1. ed. São Paulo: Aden, 2013.

SACHS, L. G. **Cerveja**. Fundação faculdades “Luiz meneghel” Bandeirantes – PR – 2001.

SANTOS, J. I. C.; DINHAM, R. P. **O essencial em cervejas e destilados**. São Paulo: Senac,2006.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA - SINDICERV. **A CERVEJA**.

2007. Disponível em: < <https://www.sindicerv.com.br>>. Acesso em 08/05/2021.

SILVA, J. B. **Tecnologia de Bebidas: matéria prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Potencial de consumo de cervejas no Brasil**. Resposta técnica. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br>>. Acesso em: 08/05/2021.

TINSETH, G. **The essential oil of hops: Hop aroma and flavor in hops and beer**. 1993.

TSCHOPE, E. C. **Microcervejarias e cervejarias: a história, a arte e a tecnologia**. São Paulo:Aden, 2001.

TOZETTO, Luciano Moro. **Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*Zingiber officinale*)**. [Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção]. Paraná: UTPR, 2017.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J.P.; **Bebidas, tecnologia, química y microbiologia**, Ed.Acribia, S.A. Zaragoza, Espanha, 1997.

VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de cerveja**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 83p.

VIEIRA, Emanuel da Silva. **ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA CERVEJARIA ARTESANAL EM MOSSORÓ**. 2017. 29 f. Relatório de Estágio (Graduado em Engenharia Química) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, 2017.