



**ANA PAULA COELHO DA COSTA**

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE CERVEJAS PRODUZIDAS  
A PARTIR DE CEREAL MALTADO E NÃO MALTADO EM  
UMA UNIDADE INDUSTRIAL DE SÃO LUÍS – MA**

**ANA PAULA COELHO DA COSTA**

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE CERVEJAS PRODUZIDAS  
A PARTIR DE CEREAL MALTADO E NÃO MALTADO EM  
UMA UNIDADE INDUSTRIAL DE SÃO LUÍS – MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Curso da Engenharia Química do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Pereira Rodrigues

São Luís  
2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Costa, Ana Paula Coelho.

Análises físico-químicas de cervejas produzidas a partir de cereal maltado e não maltado em uma unidade industrial de São Luís MA / Ana Paula Coelho Costa. - 2022.

53 f.

Orientador(a): José Roberto Pereira Rodrigues.

Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Maranhão, São Luís - MA, 2022.

1. Análises físico-químicas. 2. Cereal maltado. 3. Cereal não maltado. 4. Cerveja. I. Pereira Rodrigues, José Roberto. II. Título.

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO PEREIRA RODRIGUES  
Orientador – COEQ/CCET/UFMA

Prof. Dr. GILVAN DE OLIVEIRA COSTA DIAS  
DEQUI/CCET/UFMA

AMANDA KERSIA COSTA CARVALHO  
AMBEV S.A./MA

**27 de julho de 2022**

**Ana Paula Coelho da Costa**

**NASCIMENTO** 03/07/1997 – SÃO LUIS / MA

**FILIAÇÃO** Janete dos Santos Coelho  
Manoel Vieira da Costa

**2016/2022** Curso de Graduação  
Engenharia Química - Universidade Federal do Maranhão

*Dedico este trabalho a Deus e aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e no poder do meu crescimento como mulher e profissional.*

## AGRADECIMENTOS

Acima de tudo e em primeiro lugar agradeço a Deus, razão de tudo e de todos nós.

Aos meus pais por sempre me apoiarem, me darem todo suporte e sempre acreditarem em mim.

A toda minha família que tem um amor e carinho imenso por mim.

Ao meu orientador, Prof. José Roberto, pelo incentivo, orientação e auxílio.

Aos meus amigos que fiz ao longo do curso e a atlética SMAGA que fizeram toda diferença para que eu estivesse aqui hoje. Obrigada Caio, Pedro, Carlos, João Guilherme, Amanda, Jonas, Bruna, Talita, Cláudio, Martiniano, Anna Beatriz e em especial a Nathália por me aturar, me entender, estar presente em todos os momentos que eu precisei e sempre com a solução certa para desopilar quando a gente precisava.

As minhas amigas Ana Glenda, Zilmara e Mayra, pela nossa amizade, por conversarem comigo diariamente, sempre me fazerem rir e estarem comigo quando eu preciso, vocês são especiais.

Aos meus amigos do trabalho Cinara, Renata, Cristiana, Kathillen, William e Vinícius por todos os sufocos que passamos, por toda experiência gratificante que nos fez crescer e por saber que podemos sempre contar uns com os outros.

As meninas do laboratório, em especial Amanda e Isabela, que me deram todo suporte e tiveram toda paciência de ensinar cada detalhe.

As minhas parceiras de vôlei Cleu, Eloísa, Elcy, Alice, Natália, Catarina, Lícia, Babi, Karla, Thalyta, Miryan, Yasmin, Vitória, Malu e Ana Teresa por dividirem comigo os momentos mais felizes da minha vida, pela melhor viagem do Jubs e por serem sempre tão amorosas e receptivas comigo.

*“Era um homem sábio aquele que inventou a  
cerveja”*

*Platão*

COSTA, Ana Paula Coelho. **Análises físico-químicas de cervejas produzidas a partir de cereal maltado e não maltado em uma unidade industrial de São Luís – MA.** 2022. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Química do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

### **RESUMO**

A cerveja é definida como uma bebida alcóolica fermentada obtida através do processo de fermentação do mosto de malte de cevada e água potável, por ação de leveduras e com adição de lúpulo, podendo parte desse malte ser substituído por adjuntos cervejeiros. Essas leveduras irão degradar todo açúcar presente no mosto transformando em álcool e CO<sub>2</sub>. O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros físico-químicos de quatro cervejas, duas do tipo cereal maltado e duas do tipo cereal não maltado, utilizando métodos internacionais de análises e comparar os resultados obtidos com os padrões estabelecidos pelo MAPA, verificando se elas estavam em conformidade com a legislação. As amostras foram denominadas de A, B, C e D e todas as variáveis foram realizadas em triplicata no laboratório de controle de qualidade de uma indústria cervejeira. As análises efetuadas foram: extrato seco total, turbidez, espuma, teor alcoólico, amargor, cor e sólidos solúveis. As determinações do extrato seco e sólidos solúveis foram pelo método do Instituto Adolfo Lutz, as análises de turbidez e teor alcoólico foram pelo método de ASBC (American Society of Brewing Chemists) e as análises de espuma, amargor e cor foram pelo método EBC (European Brewing Convention). Os resultados das amostras para cada parâmetro foram: extrato seco variou entre 6,42 a 6,63%, turbidez de 0,59 a 0,46 unidades EBC, cor de 4,7 a 8,8 unidades EBC, espuma de 229,5 a 254,8 segundos, teor alcoólico de 4,43 a 4,61%, amargor de 7,78 a 9,88 UA e sólidos solúveis de 6,7 a 9,6 °Brix. Assim, as bebidas analisadas atenderam aos padrões exigidos pela legislação que determinam os requisitos mínimos para garantia de uma boa qualidade para o mercado consumidor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerveja, análises físico-químicas, cereal maltado, cereal não maltado

COSTA, Ana Paula Coelho. **Physicochemical analysis of beers produced from malted and unmalted cereal in an industrial unit in São Luís – MA**. 2022.52 f. Graduate Work (Graduate in Chemical Engineering) – Curso de Engenharia do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

### **ABSTRACT**

Beer is defined as a fermented alcoholic beverage obtained through the process of fermenting barley malt wort and drinking water, by the action of yeasts and with the addition of hops, part of which malt can be replaced by brewing adjuncts. These yeasts will degrade all the sugar present in the wort into alcohol and CO<sub>2</sub>. The objective of this work was to evaluate the physical-chemical parameters of four beers, two of the malted cereal type and two of the unmalted cereal type, using international methods of analysis and to compare the results obtained with the standards established by MAPA, verifying if they were in compliance with legislation. The samples were named A, B, C and D and all variables were performed in triplicate in the quality control laboratory of a brewery. The analyzes performed were: total dry extract, turbidity, foam, alcohol content, bitterness, color and soluble solids. The determinations of dry extract and soluble solids were by the Instituto Adolfo Lutz method, the analyzes of turbidity and alcohol content were by the method of ASBC (American Society of Brewing Chemists) and the analyzes of foam, bitterness and color were by the EBC (European Brewing Convention). The sample results for each parameter were: dry extract ranged from 6,42 to 6,63%, turbidity from 0,59 to 0,46 EBC units, color from 4,7 to 8,8 EBC units, foam from 229,5 to 254,8 seconds, alcohol content from 4,43 to 4,61%, bitterness from 7,78 to 9,88 BU and soluble solids from 6,7 to 9,6 °Brix. Thus, the analyzed beverages meet the standards required by the legislation that determine the minimum requirements to ensure good quality for the consumer market.

**KEYWORDS:** Beer, physical-chemical analysis, malted cereal, unmalted cereal

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Escala EBC para cor da cerveja .....	03
Figura 2 – Malte de cevada.....	09
Figura 3 – Flor de lúpulo .....	10
Figura 4 – Levedura cervejeira.....	11
Figura 5 – Representação do processo de fabricação de cerveja.....	12
Figura 6 – Carboblender Haffmans .....	17
Figura 7 – Turbidímetro de marca Haffmans modelo VOS 4000.....	22
Figura 8 – Equipamento Nibem – T série 2778 para análise grau de espuma.....	23
Figura 9 – Espectrofotômetro modelo DR 5000.....	24
Figura 10 – Resultados de extrato seco das amostras A, B, C e D (%).....	26
Figura 11 – Sólidos solúveis das amostras A, B, C e D (°Brix).....	26
Figura 12 – Teor espuma das amostras (segundos).....	27
Figura 13 – Gráfico de cor (EBC) das amostras.....	28
Figura 14 – Gráfico da turbidez (EBC) das amostras.....	29
Figura 15 – Teor alcoólico das amostras A, B, C e D .....	30
Figura 16 – Gráfico de amargor das amostras (UA) .....	30

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Parâmetros de água ideal para produção de uma boa cerveja .....	8
Tabela 2 – Rampas de temperatura para mosturação .....	13
Tabela 3 – Valores padrões para cerveja para cada análise realizada.....	21
Tabela 4 – Resultados das análises físico-químicas das amostras A, B, C e D.....	25

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

APV	Álcool por volume
ASBC	American Society of Brewing Chemists
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
DMS	Dimetil sulfito
EBC	European Brewing Convention
IBU	International Bitterness Unit (Unidades Internacionais de Amargor)
PVPP	Polivinil-polipirrolidona
SINDICERV	Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja
SRM	Standard Reference Method

**LISTA DE SÍMBOLOS**

- EXT extrato seco
- P massa do resíduo
- V volume da amostra
- L leitura da amostra;
- F fator da curva de calibração;
- Fd fator de diluição, quando aplicável

## SUMÁRIO

	FICHA CATALOGRÁFICA.....	ii
	FOLHA DE APROVAÇÃO.....	iii
	DADOS CURRICULARES.....	iv
	DEDICATÓRIA.....	v
	AGRADECIMENTOS.....	vi
	EPÍGRAFE.....	vii
	RESUMO.....	viii
	ABSTRACT.....	ix
	LISTA DE FIGURAS.....	x
	LISTA DE TABELAS.....	xi
	LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xii
	LISTA DE SÍMBOLOS.....	xiii
	SUMÁRIO.....	xiv
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>02</b>
2.1	Objetivos gerais.....	02
2.2	Objetivos específicos.....	02
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>02</b>
3.1	DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA CERVEJA.....	02
3.2	TIPOS DE CERVEJA.....	04
3.3	HISTÓRIA DA CERVEJA.....	06
3.4	MATÉRIA PRIMA.....	07
3.3.1	Água.....	07
3.3.2	Malte e adjuntos.....	08
3.3.3	Lúpulo.....	10
3.3.4	Levedura.....	11
3.5	PROCESSOS DE PRODUÇÃO.....	11
3.5.1	Moagem.....	12
3.5.2	Mosturação.....	12
3.5.3	Filtração do mosto.....	13
3.5.4	Fervura do mosto.....	14

3.5.5	Resfriamento do mosto.....	14
3.5.6	Fermentação.....	15
3.5.7	Maturação.....	15
3.5.8	Filtração.....	16
3.5.9	Envase.....	17
3.6	<b>PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS ENVOLVIDOS NA QUALIDADE DA CERVEJA.....</b>	<b>17</b>
3.6.1	Extrato real.....	17
3.6.2	Turbidez.....	17
3.6.3	Espuma.....	18
3.6.4	Teor alcoólico.....	18
3.6.5	Amagor.....	19
3.6.6	Cor.....	19
3.6.7	Sólidos solúveis.....	20
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
4.1	TIPO DE ESTUDO.....	20
4.2	LOCAL DA PESQUISA.....	20
4.3	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	20
4.3.1	Análise do teor de extrato seco total.....	21
4.3.2	Análise da turbidez.....	21
4.3.3	Análise do grau de espuma.....	22
4.3.4	Análise de teor alcoólico.....	23
4.3.5	Análise de amargor.....	23
4.3.6	Análise de cor.....	24
4.4.7	Análise de sólidos solúveis.....	24
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cerveja é a bebida alcoólica mais consumida do mundo. É resultante da fermentação alcoólica do mosto de cevada maltada contendo água (mais de 90% da composição), lúpulo e levedura. O nome cerveja vem do latim *cerevisia* que está associado às culturas Italiana (Roma) e Gaulesa (França), sendo uma homenagem a Ceres, deusa da fertilidade e da colheita de cereais (BARBOSA, 2018).

O pH da água é entre 6,5 e 8 e deve ser insípida e inodora, sendo ideal para enzimas do malte, este rico em açúcares que confere cor, sabor e aroma a cerveja. O lúpulo garante aroma e sabor amargo característico, variando para cada tipo de cerveja. Já as leveduras transformam o açúcar em álcool e gás carbônico (CASTRO & SERRA, 2012).

O Brasil é o terceiro maior país consumidor de cerveja no mundo, perdendo apenas para China e Estados Unidos. O consumidor brasileiro bebe em média seis litros de cerveja por mês, tendo um gasto médio semanal de R\$ 46 reais. Os brasileiros preferem consumir cerveja em garrafa de vidro por considerarem o sabor melhor nesta embalagem (MACHADO, 2021).

A bebida do tipo Pilsen é de origem da cidade Pilsen na Boêmia, República Tcheca, cerveja encorpada e de sabor forte, caracterizada pela cor dourada e translúcida (CASTRO & SERRA, 2012). É o tipo de cerveja mais produzida e consumida no país, é predominante de um estilo chamado *American Lager* ou *American Light Lager* caracterizadas como cervejas de baixa fermentação, que durante a fermentação as leveduras ficam depositadas no fundo do fermentador em uma temperatura entre 6 e 12°C. Cervejas leves, sabor suave, aroma neutro e aparência amarelo claro límpido, conhecidas como cervejas do público de massa (CARVALHO, 2018).

A cerveja puro malte é caracterizada por ser produzida com 100% de malte em sua receita, não podendo levar cereais não maltados, se enquadrando na famosa Lei da Pureza Alemã que diz: “a bebida é feita somente de 4 ingredientes: água, malte, lúpulo e levedura”. Cereais maltados significa que passam por um processo de maltagem, também conhecido como “germinação controlada”, o grão mergulha na água por um determinado tempo até começar a germinar, em seguida é retirado, secado e assado. Logo, cerveja puro malte refere-se aos ingredientes da bebida (sua fórmula), já as cervejas tipo lager representam a família de cervejas por fermentação a baixas temperatura e as tipo Pilsen é um estilo de Lager (BEER, 2021)

As análises físico-químicas têm o intuito de adquirir informações sobre as propriedades físicas e químicas do produto. Medem a quantidade de substâncias presentes no produto

garantindo que atenda os padrões estabelecidos, garantindo a qualidade da cerveja e evitando possíveis fraudes e adulterações (CASTRO & SERRA, 2012).

Considerando a necessidade de seguir os padrões estabelecidos pelos órgãos fiscalizadores, o presente trabalho tem por objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos de diferentes tipos de cervejas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar as propriedades físico-químicas de diferentes tipos de cervejas produzidas em uma unidade industrial da cidade de São Luís - MA.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Selecionar as amostras de cervejas do tipo cereal maltado e cereal não maltado encontradas em São Luís - MA;
- Determinar, para cada amostra de cerveja selecionada, os seguintes parâmetros físico-químicos: cor, amargor, extrato, turbidez, espuma, teor alcoólico, cor e sólidos solúveis;
- Comparar os resultados obtidos com os padrões estabelecidos pelo MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento), que determinam os requisitos mínimos para garantia da qualidade da cerveja.

## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA CERVEJA**

A cerveja é definida como uma bebida alcóolica fermentada obtida através do processo de fermentação do mosto de malte de cevada e água potável, por ação de leveduras e com adição de lúpulo, podendo parte desse malte ser substituído por adjuntos cervejeiros. Essas leveduras irão degradar todo açúcar presente no mosto transformando em álcool e CO<sub>2</sub>. (AQUARONE et al, 2008).

A cerveja pode ser classificada quanto ao extrato primitivo, teor alcoólico, proporção de malte, tipo de fermentação e cor. O extrato primitivo refere-se à concentração de açúcares na cerveja e é medido em graus Plato (SINDICERV, 2018), sendo classificado como:

- Cerveja leve: com extrato primitivo igual ou superior a 5% e inferior a 10,5%;
- Cerveja comum: com extrato primitivo igual ou superior a 10,5% e inferior a 12%;
- Cerveja extra: com extrato primitivo igual ou superior a 12% e inferior a 14%;
- Cerveja forte: com extrato primitivo igual ou superior a 14%.

A coloração da cerveja está ligada ao tipo e a receita, influenciada pelo malte utilizado e o nível de torrefação. Existem duas escalas para identificação da tonalidade da cor de cerveja a EBC - European Brewing Convention (Convenção de Cervejeiros da Europa) e a Standard Reference Method – SRM. No Brasil utiliza-se a escala EBC. A cerveja escura contém mais de 20 unidades EBC e a cerveja clara contém menos de 20 unidades EBC, conforme pode ser visto na figura 1 (NETO, 2017).

Figura 1 - Escala EBC para cor da cerveja

ESCALAS				
COR	EXEMPLO DE ESTILO	SRM	EBC	TONALIDADES
Palha	Lite American Lager, Berliner Weisse	2 - 3	3,94 - 5,91	Cervejas Claras - < 20 EBC
Amarelo	German Pilsner	3 - 4	5,91 - 7,88	
Dourado	Dortmunder Export	4 - 5	7,88 - 9,85	
Âmbar	Maibock / Helles Bock	6 - 9	11,82 - 17,73	
Cobre Claro	California Common Beer	10 - 14	19,70 - 27,58	Cervejas Escuras - > 20 EBC
Cobre	Dusseldorf Altbier, Roggenbier	14 - 17	27,58 - 33,49	
Marrom Claro	Roggenbier	17 - 18	33,49 - 35,46	
Marrom	Southern English Brown Ale	19 - 22	37,43 - 43,34	
Marrom Escuro	Robust Porter, Oatmeal Stout	22 - 30	43,34 - 59,10	
Marrom Muito Escuro	Sweet Stout	30 - 35	59,10 - 68,95	
Preto	Foreign Extra Stout	35+	68,95 - 78,80	
Preto Opaco	Russian Imperial Stout	40+	78,80+	

Fonte: Revista Algomais, 2017

Quanto ao teor alcoólico tem-se dois tipos de cerveja:

- Cerveja sem álcool: possui menos de 0,5% em volume de álcool, não sendo obrigatória a declaração no rótulo do conteúdo;
- Cerveja com álcool: igual ou maior que 0,5% em volume com álcool, sendo obrigatório constar no rótulo o percentual de álcool em volume (SINDICERV, 2018).

Quanto a fermentação as cervejas podem ser do tipo alta fermentação/ale e baixa fermentação/lager.

- **Baixa fermentação:** Nas cervejas tipo lager as leveduras depositam-se no tanque ao final do processo. São as mais consumidas no mundo, originárias da Europa Central no século 14, também conhecidas como cervejas de baixa fermentação ou fermentação a frio, com temperaturas entre 6°C a 12° C e teor alcoólico variando entre 4 e 5%. Entre seus variados tipos, a mais conhecida é a tipo Pilsener, originada no século 19 na cidade de Pilsen, região da Boêmia na República Tcheca. Também com outras denominações como Pilsen ou Pils. Dos sub-tipos de Lager tem-se: Pale Lagers (cervejas claras), Dark Lagers (cervejas escuras), Vienna (cervejas de cor marrom avermelhada), Bock (cervejas avermelhadas ou marrons), Marzen (cervejas claras ou escuras), Keller e Zwickel (cervejas não filtradas e não pasteurizadas) e Malt Liquor (cervejas fortes com alto teor alcoólico devido a adição de açúcar, enzimas e outros ingredientes) (O QUE É CERVEJA, 2020).
- **Alta fermentação:** Nas cervejas tipo ale as leveduras ficam suspensas ao final do processo e são feitas em temperaturas mais altas variando entre 15°C e 24°C. É o processo de fabricação mais antigo sendo a única disponível até meados do século XIX. Devido a sua antiguidade, apresenta sabores mais complexos, maltados e lupulados além da fermentação a quente, resultando em cervejas mais encorpadas e vigorosas. Dos sub-tipos da Ale tem-se: Pale Ale (cervejas claras com teor alcoólico até 6%), Amber/Brown e Red Ale (cervejas que se diferenciam em coloração e apresenta bastante corpo e potência), Kolsch (cervejas douradas e doces), Weissbier (cerveja feitas a base de trigo, claras e opacas) e Stout (cervejas negras opacas, forte sabor de chocolate e café) (O QUE É CERVEJA, 2020).

Quanto à proporção de malte, as cervejas podem ser classificadas em:

- **Cerveja puro malte:** é produzida com 100% de malte e não utilizada cereais não maltados em sua receita;
- **Cerveja:** possui proporção de malte de cevada maior ou igual a 50% em peso no extrato primitivo;
- **Cerveja com o nome do vegetal predominante:** possui proporção de malte de cevada maior do que 20% e menor que 50% em peso no extrato primitivo (PICCINI, MORESCO; MUNHOS, 2002).

### 3.2 TIPOS DE CERVEJA

Estima-se que existam mais de 150 estilos de cerveja fabricadas e comercializadas no mundo. São divididas em três famílias: lager, ale e lambic, o principal fator que determina a diferença entre essas famílias é a levedura utilizada. Esse fermento irá diferenciar a cor, sabor, teor alcoólico entre outras características (SIMÕES, 2019; MOLINARI, 2021).

As cervejas lager são do tipo baixa fermentação e possui algumas subdivisões, como:

- Light Lager (Pale Lager): cervejas com um leve amargor, tonalidade clara, pouco encorpadas menos densas e sabor mais seco. Podem ser pilsner/pilsen, american lager, premium lager, Helles, Dortmunder Export e Dry Beer/Japanese Rice Lager (SIMÕES, 2019).
- Dark Lager: cervejas de coloração mais escura, sabor mais refrescante que a Light Lager sendo comum notar traços mais adocicados como chocolate, café e caramelo. Estilo popular em países frios. Podem ser: American Dark Lager, Munich Dunkel, Malzbier, Schwarzbier (SIMÕES, 2019).
- Bock: cervejas de coloração escura devido ao malte marcante e sabor tostado de caramelo, nozes, café e chocolate, teor alcoólico mais elevado (chegando a 8%) e amargor médio. Podem ser: Traditional Bock, Doppelbock, Helles Bock (SIMÕES, 2019)

As cervejas ale são do tipo alta fermentação e possui algumas subdivisões, como:

- Pale Ale: cervejas mais encorpadas, variações de sabor entre doce e amargo, maior teor alcoólico, apresenta versões claras e escuras. Podem ser: American Pale Ale, English Pale Ale, American Amber Ale e American Strong Ale (SIMÕES, 2019).
- Cervejas de trigo: cervejas mais refrescantes, baixo amargor, sabores variados entre chocolate, banana, cravo e tutti-frutti e espuma consistente. Podem ser: Weizenbier (ou Weissbier), Hefeweizen, Dunkelweizen, Weizenbock, Witbier, Berliner weisse (SIMÕES, 2019).
- Porter: cervejas de coloração escura, sabor suave (café, chocolate e caramelo são os sabores mais marcantes) e baixo teor alcoólico. Podem ser: Brown Porter, Robust Porter, Baltic Porter, Smoke Porter e Imperial Porter. (SIMÕES, 2019)

As cervejas lambic são do tipo fermentação espontânea e apresentam um forte amargor e acidez elevada. Possui algumas subdivisões, como:

- Gueuze: Popular no sul de Flandres, na Bélgica, fabricada com a mistura de uma lambic jovem com uma velha e fermentada duas vezes. Sabor diferente e único entre as outras (SIMÕES, 2019).
- Faro: Devido adição de sabores adocicado (açúcar mascavo e melaço de cana) é o tipo de cerveja menos ácido, coloração âmbar e líquido mais leve (SIMÕES, 2019).
- Fruit Lambic: Possui adição de frutas como: framboesas, cereja, maçã, ameixa etc. Maturação bem longa levando cerca de 3 anos, o sabor é sempre uma surpresa (SIMÕES, 2019).

### 3.3 HISTÓRIA DA CERVEJA

A história da elaboração da cerveja tem pelo menos 6000 anos de existência. Seu descobrimento é incerto tendo diversas histórias atreladas à sua criação. Uma das suposições é que a cerveja foi criada pela primeira vez na civilização Suméria por obra do acaso. Segundo a história, um camponês deixou alguns grãos da sua colheita ao relento sob efeito das condições atmosféricas. Com as chuvas os grãos ficaram encharcados e com o efeito do sol deu-se início à uma fermentação, produzindo um líquido desconhecido até então. Com um aroma peculiar, o camponês não resistiu a prová-lo e constatou que era um sabor bastante agradável. Assim, sem que o homem soubesse foi criada a primeira cerveja da história (CARVALHO, 2016)

É muito provável que algo próximo a isso tenha acontecido, pelo fato de existir diversos desenhos rupestres e símbolos primitivos que representam a produção de uma bebida semelhante à cerveja. Alguns indícios levam a crer que por volta de 6000 a.C quando o homem começou a construir cidades, a fabricação de cerveja já era uma atividade estabelecida e organizada. Documentos antigos encontrados estão repletos de símbolos que remetem a cerveja como mercadoria e moeda de troca (MORADO, 2017).

Os cervejeiros germânicos, na idade média (século XIII), foram os primeiros a utilizar lúpulo na cerveja, atribuindo características básicas da bebida atual e ajudando na conservação do produto por mais tempo. Devido a Revolução Industrial, o modo de produção e distribuição sofreram mudanças decisivas acarretando as expansões das fábricas na Inglaterra, Alemanha e Império Austro-Húngaro (AQUARONE et al, 2008).

O primeiro contato da cerveja no Brasil foi no século XVII, com os holandeses, pela Companhia das Índias Orientais. Maurício de Nassau chegou a instalar uma cervejaria em Recife pelo comando do mestre cervejeiro Dirck Dicx, em meados de 1640, porém com a expulsão dos holandeses a cerveja sumiu por quase 150 anos (MORADO, 2017). Reaparecendo

apenas no século XIX por D. João VI, período que a família real portuguesa desembarcou em território brasileiro, a cerveja era consumida através da importação de países europeus. Em 1888 foi fundada na cidade do Rio de Janeiro a “Manufatura de Cerveja Brahma Villigier e Cia”, e posteriormente, em 1891 na cidade de São Paulo, a Companhia Antártica Paulista (AQUARONE et al, 2008).

### 3.4 MATÉRIA PRIMA

As matérias primas presentes na cerveja são água, em sua maioria, o malte, o lúpulo e a levedura, além de outros ingredientes que podem se fazer presente na composição final, sejam cereais, frutas ou especiarias.

#### 3.4.1 Água

A água é o componente mais abundante da cerveja, correspondendo a cerca de 90% da composição, logo sua qualidade tem papel importantíssimo no resultado final do produto. As preocupações com a água vão muito além de sua potabilidade, é fundamental também acompanhar as características físico-químicas da mesma, uma vez que sua composição química interfere significativamente no sabor e aroma da bebida (MORADO, 2017).

O motivo pela qual a qualidade da água na produção de cerveja tem tanta importância é devido ela estar presente em todos os processos, desde a fabricação, passando pela fermentação, maturação e filtração, até chegar à higienização, além de fazer parte de todo processo de envase e geração de vapor/sistemas de refrigeração (OLIVEIRA, 2021).

Tem que ser inócua, livre de contaminações e dura (com alto teor de cálcio e magnésio) com o objetivo de servir como nutriente para as leveduras fermentativas. O cálcio tem papel importante para a obtenção de uma cerveja estável e de bom paladar e em conjunto com o magnésio forma a dureza da água. Também deve ser clorada sem presença de ferro. O pH deve estar na faixa de 5,0 (REBELLO, 2009).

Na estação de tratamento de água existem três tipos de água:

1. Água cervejeira: água que entra no processo, a uma proporção de 4 a 5 litros para se produzir 1 litro de cerveja;
2. Água industrial: água com mais cloro para ser utilizada na higienização da indústria;
3. Água de utilidades: água exclusiva para caldeira e refrigeração, possuindo baixo teor de cloro e cálcio, com pH mais alto que da água cervejeira.

Em termos gerais, as características descritas na tabela 1 devem ser observadas para obtenção de uma cerveja.

Tabela 1 – Parâmetros de água ideal para produção de uma boa cerveja

Parâmetro	Unidade	Especificação
Sabor	-	Insípida
Odor	-	Inodora
pH	pH	6,5 a 8,0
Turbidez	NTU	Menor que 0,4
Matéria orgânica	mg O <sub>2</sub> /L	0 a 0,8
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	50 a 150
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	18 a 79
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> /L	1 a 30
Cloretos	mg Cl/L	1 a 20
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> /L	Ausente
Cálcio	mg Ca <sup>+2</sup> /L	5 a 22
Magnésio	mg Mg <sup>+2</sup> /L	1 a 6
CO <sub>2</sub> livre	mg CO <sub>2</sub> /L	0,5 a 5,0

Fonte: LAZZARI et. al., (2009)

A importância da água é tão grande que ela é um fator decisivo na escolha do local de instalação de uma cervejaria. Cervejas amargas possuem água com elevados teores de sulfato de cálcio, enquanto cervejas escuras e adocicadas possuem água com teores maiores de carbonato de cálcio. Exemplos são as cervejas pilsen que necessitam de água mole pobre em cálcio e magnésio, enquanto as cervejas ales necessitam de água dura (JUNIOR, 2009).

### 3.4.2 Malte e adjuntos

O malte é um produto rico em açúcar, obtido da germinação de qualquer cereal sob condições controladas. Quando não há denominação, subentende-se que é feito de cevada, porém, em outros casos, acrescenta-se o nome do cereal utilizado na fabricação. A princípio, qualquer cereal pode ser malteado, tendo-se malte de milho, de trigo, de centeio, de aveia e de cevada; entretanto, a escolha leva em consideração, entre outros fatores, o poder diastásico e o valor econômico de cada cereal (CARVALHO, 2007).

O cereal mais utilizado para a fabricação de cerveja é a cevada, devido a uma série de fatores, dentre eles o fato dela ser rica em amido, convertido em açúcares, tais como a maltose e glicose, que posteriormente serão transformados em álcool e dióxido de carbono, possuir um

alto teor de proteínas em quantidade suficiente para fornecer os aminoácidos necessários para o crescimento da levedura e possuir substâncias nitrogenadas que possuem um papel fundamental na formação da espuma (CARVALHO, 2007).

A cevada é uma gramínea pertencente ao gênero *Hordeum vulgare* L., responsável pela produção da cerveja, seus grãos podem estar alinhados em duas ou seis fileiras e essa disposição afeta diretamente o teor de amido presente na sua reserva energética. Das espécies cultivadas existem as chamadas “cevasdas cervejas”, sendo geralmente as mais utilizadas para obtenção do malte na fabricação do produto. A cevada maltada (Figura 2) é a maior fonte de extrato do mosto e fonte de nutrição, de aminoácidos e de vitaminas para as leveduras (BORZANI et al. 2001).

Figura 2 – Malte de cevada



Fonte: Saúde Plena, 2015

Para obtenção do malte, os grãos de cevada são submetidos a três etapas de processo, devido ao sistema enzimático da cevada não ter capacidade para transformar o amido do grão em açúcares fermentáveis. A primeira etapa, dura de seis a doze horas, é a maceração, que consiste no fornecimento de oxigênio e água ao grão para iniciar a ativação do metabolismo. A segunda etapa, com duração de cinco a seis dias, é a germinação, em que a cevada sofre modificação química e física, como formação da radícula e acospira, além da formação de enzimas para quebrar o amido em carboidratos mais simples. Na terceira etapa chamada de secagem, as radículas são eliminadas. Aqui ocorre a formação de aromas típicos do malte, e a depender do grau de secagem e torrefação são adquiridos colorações e aromas que podem ser do neutro até o cafeinado, e quanto mais torrado o malte, menos enzimas permanecem ativas (MORADO, 2017; BELETI et al., 2012).

Os adjuntos são outros que podem fazer parte das cervejas, que são cereais que têm propriedades que complementam o malte de cevada e agregam características desejadas, como

por exemplo, arroz, milho, trigo, maltose, dentre outros. Podem ser ricos em amido ou ricos em monossacarídeos. Os ricos em amido precisam passar pelo mesmo processo que o malte de cevada para a transformação em açúcares fermentescíveis. Os adjuntos que possuem monossacarídeos podem ser adicionados apenas no final da fabricação do mosto, nas etapas de fervura ou resfriamento (ROSA; AFONSO, 2015).

Eles são mais utilizados por questões econômicas, visto que apresentam menor custo na produção do extrato. Além disso, alguns adjuntos podem ser utilizados para melhorar algumas propriedades físico-químicas e sensoriais da cerveja (BORZANI et al., 2001).

### 3.4.3 Lúpulo

Outra matéria-prima adicionada ainda no processo de fabricação do mosto é o lúpulo (figura 3), que é uma planta trepadeira de climas frios com capacidade de crescer de 5 a 7 metros e produzir pequenos cones. Pode ser adicionada no processo produtivo da cerveja em dois momentos: durante a fervura do mosto ou após a fermentação. Apenas os cones das plantas femininas são utilizados, devido suas resinas amargas e óleos essenciais conferindo aroma e amargor. Pode-se dizer que o lúpulo é o tempero da cerveja, sendo um dos principais elementos que os mestres cervejeiros utilizam para diferenciar suas cervejas (MORADO, 2017).

A planta precisa ser colhida, seca e estabilizada antes de armazenada e utilizada. 75 a 80% do lúpulo colhido é composto de água, e deve ser seco a uma temperatura máxima de 50°C até atingir uma composição de 8 a 12% de água. Ações de oxidação, umidade e calor fazem com que o lúpulo, se não for estabilizado, perca sua capacidade de acrescentar amargor e aroma. Para impedir que esses componentes entrem em contato com lúpulo ele é comprimido e embalado, tornando a absorção de umidade, calor e oxigênio mais difícil (KUNZE, 2004).

Figura 3 – Flor de lúpulo



Fonte: Instituto da cerveja, 2017

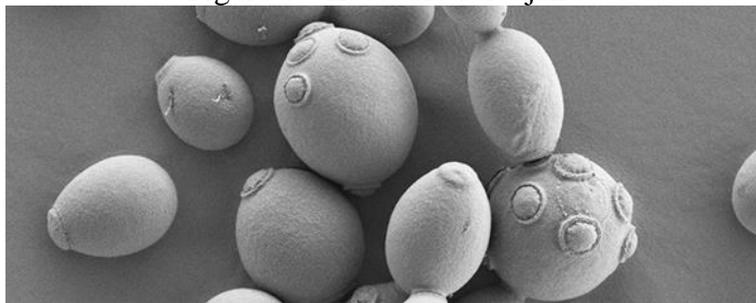
### 3.4.4 Levedura

As leveduras são organismos unicelulares, eucarióticos, de forma esférica ou elíptica cujo tamanho varia entre 1 e 5 µm de diâmetro. Possuem membrana citoplasmática lipoproteica cuja função é regular as trocas da célula com o meio, e parede celular rígida que auxilia na resistência a pressões osmóticas ou mecânicas (BORZANI et al, 2001).

A levedura (figura 4) pode obter energia por via respiração aeróbia e via fermentação anaeróbia. Ao começar a produção de cerveja, o açúcar do mosto é fermentado pela levedura e transformado em álcool e CO<sub>2</sub>. O processo de fermentação gera outros subprodutos que são também importantes para o sensorial da cerveja, como ésteres e ácidos (KUNZE, 2004).

As leveduras mais conhecidas são as *Saccharomyces cerevisiae*, no entanto só determinadas cepas de *Saccharomyces* são capazes de produzir cerveja. Segundo o comportamento da levedura durante a fermentação pode-se distinguir dois tipos de cerveja: cervejas ale/fermentação alta ou cerveja lager/fermentação baixa. Cervejas ale caracterizam-se pela levedura flotar e ocupar o topo do tanque de fermentação, sendo produzidas pela espécie *Saccharomyces cerevisiae*. Cervejas Lager, por sua vez, definem-se como sendo cervejas onde a levedura decanta para o fundo do fermentador no final do processo, sendo por lá recolhida. São produzidas com as cepas *Saccharomyces carlsbergensis* e *Saccharomyces pastorianus*, e alguns híbridos como a *Saccharomyces uvarum* (BOULTON; QUAIN, 2001).

Figura 4 – Levedura cervejeira

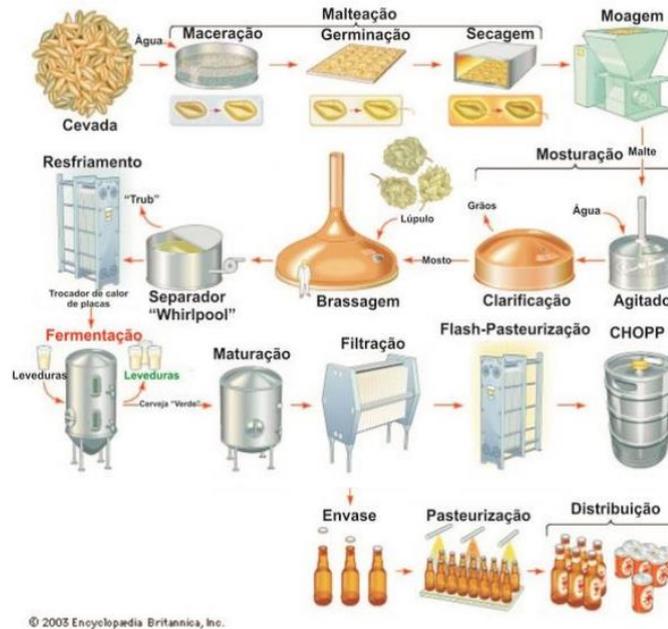


Fonte: Condado da Cerveja, 2021

### 3.5 PROCESSOS DE PRODUÇÃO

O processo de fabricação de cerveja é dividido em 3 grandes etapas: brassagem, adegas e filtração. Na etapa da brassagem é produzido o mosto, na adegas o mosto é fermentado e a cerveja passa pelo processo de maturação, e na filtração a cerveja é clarificada e fica pronta para envase, conforme figura 5.

Figura 5 – Representação do processo de fabricação de cerveja



Fonte: Enciclopédia Britânica (2003)

### 3.5.1 Moagem

Antes do início da moagem, o malte entra em contato com a água para facilitar a abertura de sua casca. O processo de moagem pode se dar através de moinho de rolos ou moinho tipo martelo. Essa moagem do grão é de extrema importância, pois permite que o malte seja esmagado e tenha a sua casca rasgada de modo a facilitar a ação enzimática (BORZANI et al., 2001).

Através do esmagamento há liberação do endosperma amiláceo da casca. Esse processo pode ser úmido, tendo adição de água ou vapor no próprio moinho, ou seco. A moagem úmida amolece as cascas favorecendo que as mesmas permaneçam íntegras e sem endosperma aderido. O moinho de rolos é usado associado com a filtração do tipo tina filtro, pois a casca é rasgada longitudinalmente possibilitando seu uso como meio filtrante. O moinho de martelos tritura a casca de modo que a sua separação do líquido seja feita com uso de um filtro prensa (AQUARONE et al., 2008).

### 3.5.2 Mosturação

Na etapa de mosturação, que acontece na tina de mostura, adiciona-se água a grãos moídos e submete-os a diferentes temperaturas por determinados períodos de tempo chamado de rampas de temperatura. Cada enzima reage melhor de acordo com a temperatura, obtendo

resultado uma solução adocicada denominada de mosto, ainda contendo bagaço de malte (MORADO, 2017).

Ao ser moído, o malte forma um “macerado” com cerca de 48°C de temperatura e ocorre ainda no moinho, a primeira rampa de temperatura da mosturação. Nessa etapa, ocorre a transformação do amido em açúcares simples, chamado de sacarificação do amido. É na mosturação que ocorrerá a ativação de diferentes enzimas responsáveis pela quebra de algumas ligações químicas, produzindo assim os açúcares desejados (BORZANI et al., 2001).

Para a sacarificação ocorrer da maneira adequada, é necessário que a Curva de Mosturação seja realizada de modo a seguir as seguintes rampas de temperaturas apresentadas na Tabela 2 (BAMFORTH, 2003).

**Tabela 2** – Rampas de temperatura para mosturação

<b>Temperatura</b>	<b>Efeito</b>
44°C a 49°C	Ativa as enzimas hemicelulases.
52-54°C	Ativa enzimas proteolíticas.
62°C a 65°C	Ativa as enzimas, $\beta$ -amilase e dextrinase,
70°C a 71°C	Ativa a enzima $\alpha$ -amilase.
76°C a 77°C	Temperatura de inativação

**Fonte:** Bamforth (2003)

Na fabricação do mosto é definido quanto de açúcares pode ser consumido pela levedura, essa etapa que é responsável pelo corpo da cerveja, logo, quanto mais fermentável o açúcar, menor a tendência de a cerveja ser mais encorpada (MORADO, 2017).

### 3.5.3 Filtração do mosto

Na etapa de filtração do mosto ocorre a separação do mosto líquido do bagaço do malte. As formas de se fazer isso são através de filtro de placas (grandes cervejarias) ou tina de clarificação/tina-filtro (cervejarias de menor porte) (MORADO, 2017).

Na primeira parte da filtragem há o mostro primário que consiste na passagem do líquido pela camada das cascas do malte que se depositam no fundo da tina-filtro. Depois de drenado, adiciona-se água diversas vezes a uma temperatura de 75°C na camada de cascas até que o resíduo apresente menos de 1% de extratos solúveis, considerado como esgotado (PICCINI, MORESCO; MUNHOS, 2002).

O resíduo esgotado é destinado para um local específico onde ele é armazenado podendo ser vendido como ração animal (BORZANI et al., 2001).

A filtração do mosto também pode ser realizada por filtro prensa e filtro prensa com pressão, porém existem diversas vantagens e desvantagens entre esses métodos, como: preço, espaço ocupado, tempo, recuperação de extrato etc. A turbidez do mosto tem que ser a mínima possível, porque grandes sólidos precipitam ao longo do processo e a recuperação do extrato deve ser a máxima, pois o bagaço estará totalmente esgotado ao final desperdiçando o mínimo de matéria prima resultando em um bom processo de filtragem (PICCINI, MORESCO; MUNHOS, 2002).

### **3.5.4 Fervura do mosto**

Na etapa de fervura ocorre o aquecimento que estabiliza o mosto nos aspectos biológico, coloidal e bioquímico, estabelece as principais características de aroma e sabor da cerveja e prepara-o para fermentação. A fervura tem que ser intensa para esterilização do mosto, afim de eliminar todo e qualquer micro-organismo presente no meio que poderiam concorrer com a levedura pelos nutrientes presentes (MORADO, 2017).

Esta etapa é a responsável pela inativação das enzimas. Durante a fervura também ocorre outros pontos, como: a adição do lúpulo, a definição da cor da cerveja, que se dá através da reação de Maillard, que nada mais é que uma reação química entre um aminoácido ou proteína com um açúcar redutor gerando um produto responsável pela cor, a evaporação de compostos indesejáveis como o DMS (dimetil sulfito) e a formação do trub quente, partículas insolúveis formadas pela coagulação e aglomeração de proteínas que apresentam sabor adstringente. O tempo de fervura é importante para garantir que a cerveja não fique com um sabor de queimado. Geralmente dura de 60 a 120 minutos e a taxa de evaporação deve permanecer entre 5 a 10% (SIQUEIRA et al., 2009; BORZANI et al., 2001).

O trub precisa ser retirado, com isso o mosto segue até o decantador (*Whirlpool*) que é alimentado tangencialmente, formando uma força centrífuga no seu interior. O açúcar que não foi absorvido fica retido no centro, junto com o trub, que é separado do sistema. O resíduo é retirado e o mosto segue para a etapa de resfriamento e aeração (BAMFORTH, 2003; BAMFORTH, 2016).

### 3.5.5 Resfriamento do mosto

No resfriamento, o mosto então segue para um trocador de calor, em geral do tipo placa, onde é resfriado rapidamente para evitar formação de aromas indesejáveis e para atingir a temperatura ideal para entrar em contato com as leveduras. Após o trocador de calor, é necessário que o mosto seja aerado, para facilitar a multiplicação das leveduras. Assim, ar comprimido filtrado e esterilizado é injetado no mosto antes que ele entre em contato com as leveduras, sendo importante na formação de aromas (BAMFORTH, 2003).

### 3.5.6 Fermentação

Essa é a etapa mais demorada do processo, sua duração varia de acordo com a cerveja a ser produzida sendo, em geral, em torno de 7 dias. As leveduras fermentam o mosto em tanques fermentadores com controle de temperatura por camisas de fluido refrigerante e após alguns dias, esse fermento é retirado do tanque podendo ser reutilizado ou direcionado para outros setores industriais (REBELLO, 2009).

Na fermentação ocorre a transformação dos açúcares fermentescíveis em álcool e  $\text{CO}_2$  pelas leveduras, nela também ocorre a produção de outros compostos, responsáveis por conferir à cerveja seu aroma e paladar característico. A etapa de beneficiamento do malte é essencial para que a fermentação ocorra da forma esperada, pois o mosto deve fornecer todos os nutrientes e insumos energéticos para que a levedura possa realizar o seu metabolismo. Assim, um parâmetro muito importante é a concentração de extrato no mosto (BAMFORTH, 2003; BAMFORTH, 2016; BAMFORTH, 2004).

No começo da fermentação há uma concentração de açúcares elevada, desses açúcares temos a maltose e glicose que são os principais açúcares fermentáveis contidos no mosto, além de outros nutrientes importantes que são os aminoácidos e sais minerais. Durante a fermentação o diacetil, formado pela levedura ao longo da fermentação, realiza um papel importante na formação e eliminação de aromas, pois uma alta concentração dessa substância pode lembrar manteiga rançosa. Ao fim da fermentação, o diacetil é reabsorvido (MORADO, 2017).

Outra substância que deve ser eliminada são os aldeídos que apresentam um aroma característico de legumes cozidos e durante a fermentação o dióxido de carbono arrasta compostos de enxofre indesejáveis como sulfeto de dimetila e hidrogênio. Ao fim, a levedura flocula e então é recolhida, podendo ser utilizada para futuras fermentações, contanto que mantenha a mesma qualidade microbiológica (MORADO, 2017).

### 3.5.7 Maturação

Nessa etapa acontece a carbonatação natural da cerveja, no início da maturação a maior parte dos açúcares já foi transformado em álcool etílico e dióxido de carbono. O tipo de levedura, a temperatura e a duração dessa etapa nos atributos sensoriais, ajudando na qualidade da cerveja. Já a precipitação de leveduras e formação de complexos interferem na clarificação da bebida (MORADO, 2017).

A maturação acontece em tanques semelhantes aos fermentadores, porém com a temperatura mais baixa que a da fermentação, variando entre 0 e 3°C. Serve para remover células de fermento que ao final da fermentação ainda se encontravam em suspensão, bem como aglomerados de proteínas, fenóis e taninos que agregam um sabor adstringente. Essa etapa é importante também para estabilização química de componentes acentuando o sabor e aroma da cerveja, além de poder adicionar especiarias como frutas, lascas de madeiras e outros ingredientes. (MORADO, 2017; SILVA et al., 2016).

### 3.5.8 Filtração

Após a maturação, a cerveja está mais clarificada, porém ela ainda contém substâncias indesejáveis, requerendo uma filtração. Há diversos tipos de filtros e meios filtrantes utilizados. Um dos meios filtrantes mais comuns, são as terras diatomáceas, que são formadas por esqueletos de organismos primitivos (BORZANI et al., 2001).

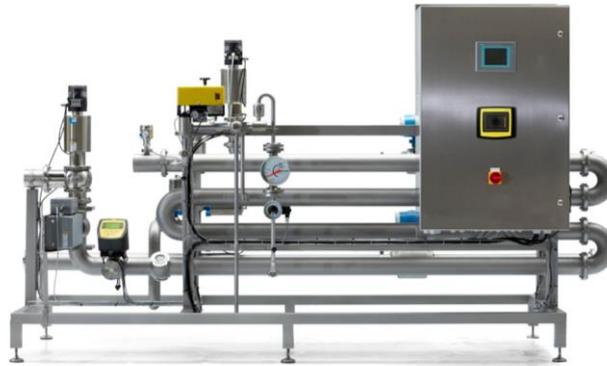
Um dos filtros mais utilizados é o filtro de velas, onde os elementos filtrantes que possuem a forma de um bastão são ligados a uma placa intermediária que fica dentro de um vaso cilíndrico vertical e possui camadas suspensas de terras infusórias de diferentes granulometrias em suas velas. A cerveja escoar por diferencial de pressão em um fluxo ascendente (REINOLD, 1997).

Esse diferencial de pressão entre o exterior e o interior das velas determina a sua permeabilidade. Na parte interior flui a cerveja filtrada que sairá na parte superior do filtro, no exterior circula a cerveja não filtrada. Esse diferencial deve ser acompanhado durante todo o processo de filtração, pois indica o momento em que pode acontecer a saturação do meio filtrante e quando deve ser trocado (BAMFORTH, 2003).

Após esta etapa, a cerveja segue para o carboblender, ilustrado na figura 6, onde serão adicionados o CO<sub>2</sub> e a água desaerada (a uma temperatura em torno de 2°C) para garantir a correção de extrato e o teor alcóolico da bebida. O CO<sub>2</sub> adicionado foi gerado durante a fermentação, no entanto, ele passa por etapas de beneficiamento e purificação antes de

carbonatar a cerveja (BORZANI et al., 2001). A cerveja, filtrada, blendada e carbonatada é direcionada para um tanque pressurizado no qual ficará armazenada por um período máximo de 72 horas até o envase.

Figura 6 – Carboblender Haffmans



Fonte: <https://rovisa.com.mx/en/producto/carboration-and-blending-system-carbo-blender-cbr/>

### 3.5.9 Envase

Depois de filtrada a cerveja pode ser envasada a temperatura em torno de 0°C, em barris de aço, alumínio, madeira ou plástico. Pode também ser armazenada em latas de alumínio e garrafas de vidro, desde que passe pelo processo de pasteurização, tem por objetivo eliminar qualquer micro-organismo que possa alterar o sabor da cerveja, além de estabilizar e conservar a cerveja por mais tempo (MORADO, 2017).

## 3.6 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS ENVOLVIDOS NA QUALIDADE DA CERVEJA

### 3.6.1 Extrato real

A determinação do extrato real baseia-se na pesagem do resíduo seco de um volume de amostra submetido à evaporação, capaz de determinar o teor de sólidos existentes em uma amostra de cerveja (IAL, 2008).

É a representação da soma das substâncias que não se volatilizam em algumas condições físicas. Entre os componentes do extrato tem-se: sais orgânicos e minerais, compostos fenólicos, açúcares e polissacarídeos. O extrato real é expresso em Plato, que indica a quantidade real de extrato que ficou na cerveja após a fermentação. A análise é feita pelo Beer Analyser (RIZZON, 1996).

### 3.6.2 Turbidez

O líquido transparente completa a aparência visual da cerveja. A turbidez refere-se à capacidade que a luz tem de passar através da bebida. Quando é possível ver a luz atravessada a cerveja é considerada límpida, e quando isso não ocorre é considerada turva. Esse processo refere-se ao nível de partículas sólidas em suspensão, em especial de leveduras (MORADO, 2017).

Os agentes estabilizadores são amplamente utilizados para evitar a formação de turbidez, podendo ser sílica gel ou polivinil-polipirrolidona (PVPP). A sílica gel funciona quando se liga à polipeptídeos hidrofílicos, em contrapartida o PVPP remove polifenóis de maior peso molecular porque tem uma estrutura muito semelhante aos aminoácidos (SIQUEIRA, et. al. 2008).

### 3.6.3 Espuma

A espuma é formada pela dispersão de dióxido de carbono na cerveja. Quando chega à superfície, condensa moléculas de proteína e cria uma superfície elástica que cobre cada pequena bolha. O acúmulo dessas bolhas na superfície do vidro produzirá o que se chama de espuma (MORADO, 2017).

As propriedades da espuma são afetadas pelo teor de proteína e viscosidade da cerveja, temperatura e pressão durante o processo de fabricação de cerveja. A formação e consistência da espuma pode interferir na percepção dos aromas da cerveja porque moléculas de dióxido de carbono arrastam o aroma da bebida para atmosfera. Além disso, a camada de espuma é importante, por isso evitar o contato do líquido com o oxigênio, economize as propriedades da cerveja, além de fazer parte do paladar, afeta o sabor e a cremosidade. Outra função da espuma é como parâmetro importante para verificar a qualidade da cerveja que está sendo degustada. Como regra a espuma deve ser brilhante, finamente porosa, mais clara que o líquido e estável (MORADO, 2017).

### 3.6.4 Teor alcoólico

O teor alcoólico refere-se a percentagem de álcool em um líquido. Com relação a bebidas alcoólicas este percentual é expresso em teor volumétrico medido com o densímetro (SILVA, 2017).

O padrão utilizado para medida de teor das bebidas é o apv (álcool por volume). As cervejas em sua grande maioria possuem entre 2% e 7% apv, logo, cada 300 mililitros do

produto contém de 6 a 21 mililitros de álcool. A classificação das cervejas se dá por: baixo teor alcoólico – entre 0,5% a 2% apv, médio teor alcoólico – entre 2% a 4,5% apv, e alto teor alcoólico – mais de 4,5% apv (MORADO, 2017).

Há um método utilizado chamado de ebulliométrico, que consiste em determinar a porcentagem de álcool em uma solução alcóolica, e que fixa o ponto zero na escala do ebulliômetro (ALVES, 2014).

### **3.6.5 Amargor**

O amargor é a base da personalidade de uma cerveja. É principalmente o resultado de um grupo de componentes do lúpulo chamados iso-alfa-ácidos. A capacidade do lúpulo de aumentar a secura e o amargor das bebidas pode ser medida pela quantidade desse ácido. O malte torrado, se houver, ajuda a realçar o amargor do lúpulo. A intensidade do amargor é medida em IBU (Unidades Internacionais de Amargor). Essa métrica serve como guia para saber a intensidade do amargor. Para um equilíbrio de sabor, isso deve ser considerado junto com a força do malte e o corpo da cerveja. Quanto mais maltada e encorpada uma cerveja tiver, mais amarga ela deve ser para equilibrar (MORADO, 2017).

Teoricamente o índice IBU vai de 0 a 120, sendo o maior nível de amargor perceptível as papilas gustativas humanas, porém na prática as cervejas conseguem ir além desse índice. A medição do IBU é através de um espectrofotômetro e extração com solvente, representando o número exato da conversão de alfa-ácidos em iso-alfa-ácidos (MOLINARI, 2021).

Cervejas mais leves apresentam IBU de 10 a 15, cervejas um pouco mais amargas que apresentam um realce de lúpulo e malte tostado tem entre 25 a 35 IBU, já acima de 40 IBU as cervejas apresentam um forte gosto de lúpulo e malte tostado. A combinação de cervejas com açúcar residual e alto valor de IBU podem não apresentar ser tão amargas, devido as duas características se equilibrarem (MORADO, 2017).

Alguns métodos internacionais comercializados atualmente são: Analytica EBC (section 9, method 9.8 – Bitterness of beer IM) e ASBC (Beer 23 – Beer Bitterness, method D bitterness units) determinando substâncias amargas e utilizando quatro formas de encontrar o valor em UA (Unidade de Amargor) usando extração em solvente (VIEIRA, 2015).

### **3.6.6 Cor**

A cor é a principal característica visual da cerveja, devido a percepção imediata pelo consumidor. A coloração é determinada por melanoides e caramelos presentes no malte e nos

adjuntos. É durante a fervura do mosto que ocorre um aumento da coloração, devido à caramelização dos açúcares, à formação de melanoides e oxidação dos taninos (principalmente do lúpulo). A reação de escurecimento ocorre na etapa de secagem do malte tendo continuidade na fervura do mosto, a reação mais importante ocorre entre o aminoácido prolina (principal aminoácido no mosto e na cerveja) e o açúcar maltose, assim a depender do nível de prolina no mosto afetará diretamente na cor da cerveja. É importante o controle da cor do mosto cervejeiro durante a fabricação devido a influenciar a indicação de cor final da cerveja (CASTRO & SERRA, 2012). A escala de cor da cerveja é definida em EBC de acordo como mostrado na figura 1.

### **3.6.7 Sólidos solúveis**

Sólidos solúveis são utilizados na indústria para medir a quantidade aproximada de açúcares presentes em soluções e é medido em °Brix. Brix refere-se à concentração de sacarose em % de massa dissolvida no líquido a 20°C, porém quando aplicado à bebida refere-se ao total de sólidos dissolvidos, logo 1° Brix corresponde a 1g de sacarose em uma mistura de 100g de solução (MAFRA, 2018).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 TIPO DE ESTUDO**

Foi realizado um estudo de caráter experimental, descritivo de abordagem quantitativo, empregando 4 marcas de cervejas, sendo duas de cereal maltado e duas de cereal não maltado. Identificadas como cerveja A, B, C e D e todas as variáveis foram medidas em triplicata.

### **4.2 LOCAL DA PESQUISA**

As análises foram realizadas no laboratório de controle de qualidade de uma indústria cervejeira em São Luís – MA.

### **4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS**

Os parâmetros analisados foram: extrato seco total, turbidez, cor, espuma, teor alcoólico, amargor e sólidos solúveis. Para determinação dos parâmetros físico-químicos, foi aplicado os padrões estabelecidos pelo MAPA, como consta a tabela 3, para fins de comparação com os resultados obtidos nas análises de cada amostra sendo essas especificações citadas pela lei nº

8918/1994, seguindo os métodos de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL), Analytica EBC (European Brewerz Convention) e ASBC (American Society of Brewing Chemists).

Tabela 3 – Valores padrões para cerveja para cada análise realizada

<b>Parâmetros</b>	<b>Padrões estabelecidos</b>
Extrato seco (%)	2 a 7 %
Turbidez (EBC)	≤ 0,8
Grau de espuma (seg)	≥ 200,0
Teor alcoólico (%)	> 0,5%
Amargor (UA)	Até 9,85
Cor (EBC)	< 20 EBC
Sólidos solúveis (°Brix)	1g p/ 100g amostra

Fonte: Próprio autor (2022)

#### 4.3.1 Análise do teor de extrato seco total

A análise do extrato seco total foi realizada pelo método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), através da pesagem do resíduo seco de um volume de amostra de cerveja submetido à evaporação. Com o auxílio de uma pipeta, foi transferido 20 mL de amostra de cerveja descarbonatada para uma cápsula previamente aquecida em estufa a uma temperatura de 100° C por 1 hora. Posteriormente, resfriou-se em dessecador, pesou-se e levou-se a banho maria até a secagem. Transferiu-se para estufa a 100° C por 1 hora, retirou-se e colocou-se em um dessecador esperando resfriar até chegar a temperatura ambiente, pesando-a novamente. A análise do teor de extrato é calculada através da equação 1:

$$\% EXT = \frac{100 \times P}{V} \quad (1)$$

Onde:

% EXT = extrato seco em porcentagem;

P = Massa do resíduo, em g;

V = Volume da amostra, em mL.

#### 4.3.2 Análise da turbidez

A análise da turbidez ou turvação foi realizada utilizando o método da ASBC (Beer 27 –

Physical stability, method B nephelometric method), utilizando um turbidímetro Radiometer UKM-1, da marca Haffmans VOS 4000, Hach 2.100 AN com leitura 90°, ilustrado na figura 7. O método consiste em separar uma embalagem de cada amostra de cerveja pasteurizada (garrafa ou lata), colocando-a em banho termostático até 0,2° C por até 24 horas retira-se a embalagem do banho com o mínimo de agitação possível. Lava-se a embalagem com água e em seguida transfere-se a cerveja para a cubeta até completar o volume. Coloca-se a cubeta no turbidímetro calibrado com a tampa fechada e assim faz-se a leitura. A turbidez é calculada através da equação 2:

$$Turvação = L \times f \times fd \quad (2)$$

Onde:

L = leitura da amostra;

F = fator da curva de calibração;

Fd = fator de diluição, quando aplicável.

Figura 7 – Turbidímetro de marca Haffmans modelo VOS 4000



Fonte: <https://foodandbeverage.pentair.com/en/products/application-turbidity-measurement>

#### 4.3.3 Análise do grau de espuma

A análise do grau de espuma foi realizada pelo método da Analytica EBC Method 9.42, utilizando o analisador modelo Nibem - T série 2778, ilustrado na figura 8, com o objetivo de determinar a vida média da espuma, através da determinação do tempo de queda de uma quantidade pré-definida de espuma. A amostra foi colocada em banho termostático a uma temperatura de 20° C, em um tempo suficiente para estabilização, sendo posteriormente

colocada no amostrador de cerveja.

A válvula manual do tubo de amostragem foi aberta dando uma descarga de espuma para eliminação do ar e enchimento do tubo. Essa espuma inicial foi desprezada. Um copo de vidro foi posicionado na saída do tubo e em seguida abriu-se novamente a válvula manual até que a espuma transbordasse do copo.

A válvula e o seletor de contrapressão foram fechadas. Após isso, o tubo de amostragem foi afrouxando o suficiente para a retirada do copo de vidro e transferência para unidade de medição, conseguindo assim direcionar o sistema de eletrodos para o centro do copo para fechar a porta acrílica do analisador. Clicou-se no botão “start” e anotou-se o valor fornecido.

Figura 8 – Equipamento Nibem – T série 2778 para análise grau de espuma



Fonte: <https://foodandbeverage.pentair.com/en/products/haffmans-nibem-foam-stability-tester>

#### 4.3.4 Análise de teor alcoólico

A análise de teor alcoólico se deu através do método da ASBC (Beer 4 – Alcohol). Retirou-se o termômetro inserido na caldeira do ebuliômetro e para lavagem da mesma com água destilada. Em seguida, lavou-se a caldeira novamente, agora com a amostra e transportou-se para o ebuliômetro. Ligou-se o termômetro na caldeira e encheu-se o condensador com água. Em seguida, acendeu-se a lamparina e colocou-se sob o condensador. Quando a amostra começou a aquecer, o filamento de mercúrio elevou-se no interior do termômetro e a temperatura de ebulição da mistura correspondeu ao valor da escala de temperatura na qual o filamento se estabilizou.

#### 4.3.5 Análise de amargor

Na análise de amargor usou-se a Túrbula modelo CH 4005 e espectrofotômetro modelo DR 500, ilustrado na figura 9, pelo método da Analytica EBC Method 9.8. Para a análise, em um erlenmeyer de 250 mL colocou-se duas gotas de álcool 1-octílico e 100 mL de cerveja. Agitou-se o frasco e pipetou-se 0,5 mL de ácido clorídrico 6 N para o tubo de centrífuga. Acrescentou-se 10 mL da amostra e 20 mL de iso-octano, colocou-se no agitador por 15 minutos na túrbula. Posteriormente, a amostra foi centrifugada por 15 minutos a 2000 rpm. A análise consiste na extração das isohumulonas pelo iso-octano, sob agitação e em meio ácido, seguida da medida da absorvância espectrometricamente a 275 nm cubeta de quartzo de 10 mm. Zerou-se o espectrofotômetro com iso-octano puro, pipetou-se uma porção de fase de iso-octano utilizando a pêra para a cubeta de 10 mm e feito a leitura da absorvância.

Figura 9 – Espectrofotômetro modelo DR 5000



Fonte: <https://www.directindustry.com/pt/prod/hach/product-14401-36538.html>

#### 4.3.6 Análise de cor

Foi utilizado o método Analytica EBC Method 9.6 – Color of beer and wort – Spectrophotometric method, utilizando também o espectrofotômetro. Primeiramente realiza-se a descarbonatação da amostra, agita-se rapidamente para desgaseificar. Afrouxa-se a tampa para liberar a pressão e repete-se até que a pressão acabe. Filtra-se as amostras com papel filtro ou filtro de fibra de vidro para um erlenmeyer limpo e seco. Caso haja turvação, utiliza-se 1g/L de terra diatomácea em papel filtro com porosidade suficiente para reter a terra. Agora na análise zera-se o espectrofotômetro com água destilada, rinsa-se a cubeta três vezes com água destilada e uma vez com a amostra, preencha-se a cubeta com a amostra e seca-se o exterior da cubeta com lenço macio. Anotou-se o valor da amostra a 430nm.

#### 4.3.7 Análise de sólidos solúveis (°Brix)

Na análise de sólidos solúveis foi realizada pelo método descrito pelo Instituto Adolff Lutz (2008), utilizando um refratômetro digital de bancada modelo NOS DR 500. Com o auxílio de uma pipeta de 1mL, insere-se a amostra com cuidado até que toda a amostra seja coberta, fecha-se a prensa de amostra e aguarda-se o resultado.

### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 4 estão descritos os resultados obtidos através das análises físico-químicas de quatro marcas de cervejas, sendo duas de cereal maltado correspondendo as cervejas A e B e duas de cereal não maltado correspondendo as cervejas C e D. Os valores foram encontrados utilizando média dos resultados das triplicatas, de acordo com as metodologias descritas e comparados com a legislação.

Tabela 4 – Resultados das análises físico-químicas das amostras A, B, C e D

<b>Parâmetros</b>	<b>Resultados cerveja A</b>	<b>Resultados cerveja B</b>	<b>Resultados cerveja C</b>	<b>Resultados cerveja D</b>
<b>Extrato seco (%)</b>	6,63	6,55	6,49	6,42
<b>Turbidez (EBC)</b>	0,59	0,58	0,56	0,46
<b>Cor (EBC)</b>	8,8	8,5	5,3	4,7
<b>Espuma (seg)</b>	254,8	245,0	234,5	229,5
<b>Teor alcoólico (%)</b>	4,51	4,61	4,59	4,43
<b>Amargor (UA)</b>	9,58	9,88	7,44	7,78
<b>Sólidos solúveis (°Brix)</b>	9,6	9,1	6,7	6,9

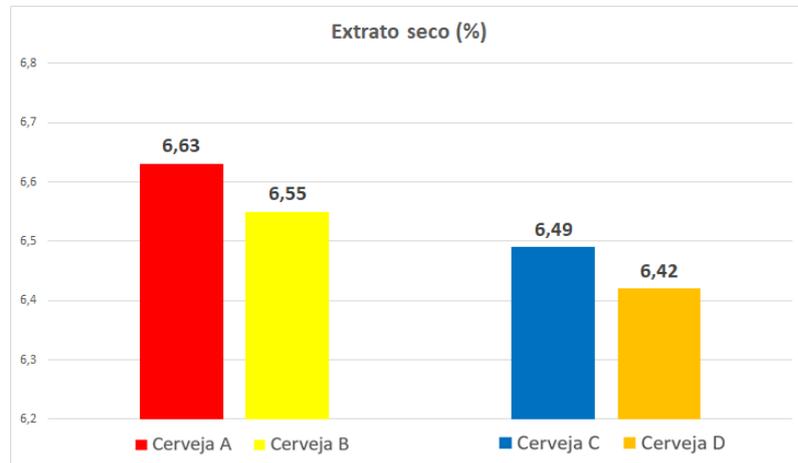
Fonte: Próprio autor (2022)

Analisando os resultados dos parâmetros de cada cerveja e comparando com os padrões e limites estabelecidos pela legislação (Lei 8918, Decreto 6871, 4 de junho de 2009) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), observa-se que a empresa responsável pela fabricação e comercialização das quatro marcas de cerveja está em conformidade com os padrões exigidos e, estabelecidas pela legislação.

Observando a figura 10 referente ao extrato seco, todas as marcas analisadas estão dentro do padrão estabelecido de 2,0 a 7,0%. O extrato seco é definido como a resultante dos sólidos

inseridos na composição de uma cerveja, com o valor variando conforme o aumento ou diminuição da taxa de evaporação da água. Logo, quanto mais compostos presentes na cerveja após a evaporação da água, mais encorpadas serão as cervejas (ALMEIDA e BELO, 2017).

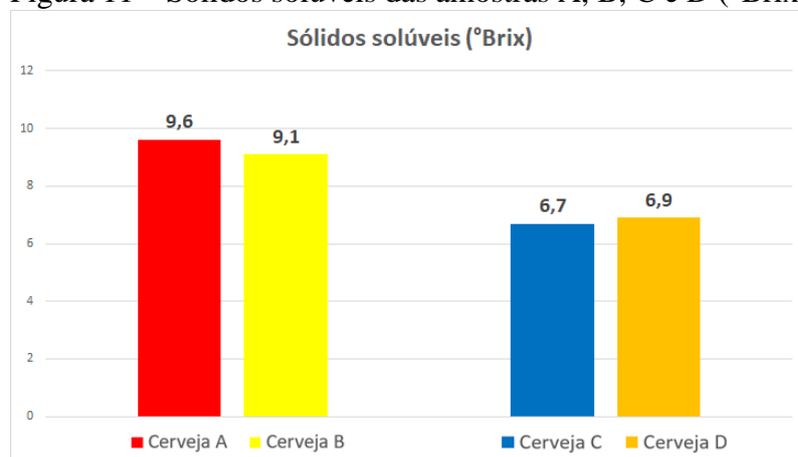
Figura 10 – Resultados de extrato seco das amostras A, B, C e D (%)



Fonte: Próprio autor (2022)

Segundo Pinto et al. (2015) uma cerveja de boa qualidade possui extrato acima de 3%. Amostras de teor de extrato analisadas por Carvalho (2018), que em sua pesquisa avaliou cervejas do tipo pilsen, obteve resultados variando de 4,52 a 5,18, estando dentro dos padrões estabelecido. Logo, os valores obtidos nesse estudo condizem com o esperado, sendo maior para as cervejas A e B (6,63 e 6,55%, respectivamente), feitas de cereal maltado, do que para as cervejas C e D (6,49 e 6,42%, respectivamente) elaboradas a partir de cereal não maltado. Estes valores estão diretamente relacionados com os valores obtidos de sólidos solúveis (°Brix) demonstrados na figura 11.

Figura 11 – Sólidos solúveis das amostras A, B, C e D (°Brix)



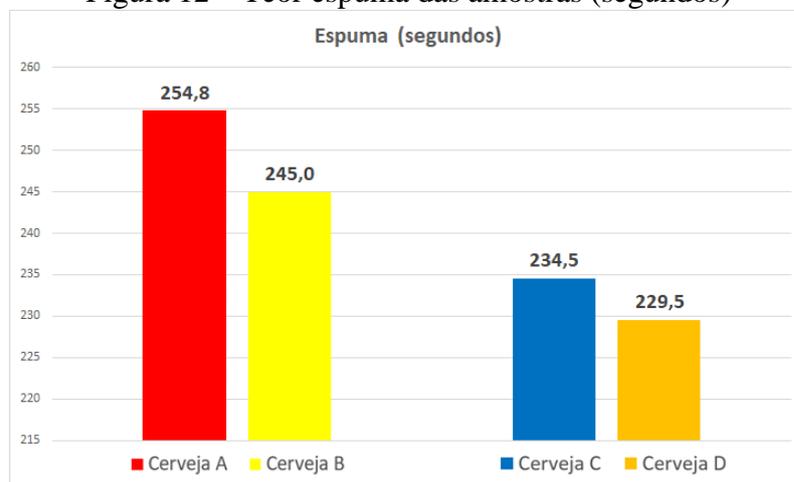
Fonte: Próprio autor (2022)

Esta análise representa todos os sólidos solúveis presentes na cerveja que tem relação direta com o corpo da bebida, indicando a quantidade de açúcares obtidos após a fermentação. Logo, quanto maior o valor do extrato mais encorpada será a cerveja, confirmando as análises para as marcas de cereal maltado.

Nos resultados obtidos de sólidos solúveis, pode-se observar que as cervejas A e B apresentaram valores maiores que as cervejas C e D, o que é devido a maior presença de açúcares fermentáveis nas cervejas A e B e também ao seu processo de malteação, já as cervejas C e D têm em sua composição cereais não maltados o que torna necessário um repouso proético para aumentar a conversão do amido em açúcares menores (OLIVEIRA, 2017).

Resultado semelhante foi encontrado por Vieira e Piovesan (2019), que em sua pesquisa utilizou cerveja tipo Witbier a partir de malte de trigo e trigo não maltado, nas cervejas de trigo não maltado obteve-se resultado de sólidos solúveis menor (7° Brix) que de trigo maltado (8,5° Brix), esses valores indicam que a presença de açúcares fermentescíveis se torna mais expressiva em favor da fermentação quando são utilizados grãos maltados, conforme encontrado neste estudo.

Figura 12 – Teor espuma das amostras (segundos)



Fonte: Próprio autor (2022)

Na figura 12, que apresenta a estabilidade da espuma, percebe-se que todas as marcas apresentaram resultados acima do limite padrão, porém a cerveja A obteve o resultado relativamente melhor de 254,8 segundos, enquanto a cerveja D obteve o menor resultado de 229,5 segundos.

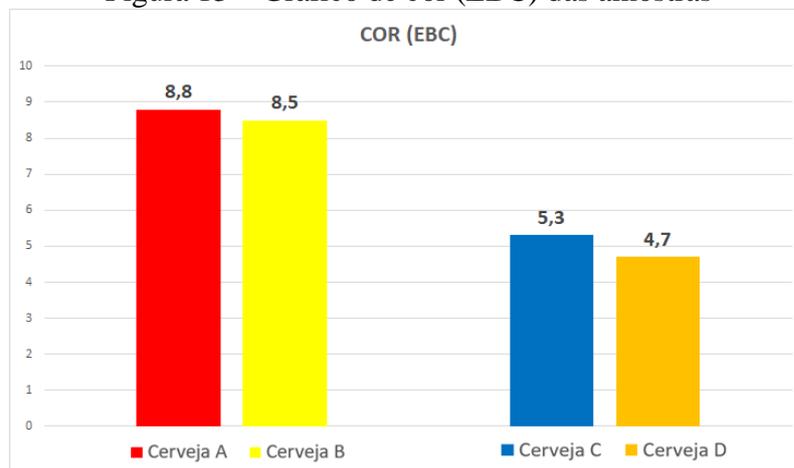
Os estudos de Vieira (2017), que em sua pesquisa utilizou duas marcas de cervejas tipo

pilsen, apresentou resultados semelhantes a esse estudo, que apresentou grau de espuma de 243 segundos e 240 segundos para as duas cervejas avaliadas, que segundo o autor a cerveja que obteve 240 segundos apresentou-se no limite da faixa de padrão de estabilidade, contradizendo os padrões estabelecidos nesse estudo que aceitam o grau de espuma maior ou igual a 200 segundos, comparando os estudos de Vieira (2017), as cervejas C e D desse estudo estariam em não conformidade com os padrões estabelecidos.

A espuma tem papel fundamental na cerveja, pois ajuda a manter o sabor, aroma e temperatura por mais tempo, protegendo a cerveja de possíveis contaminações com o ar, e impedindo assim a sua oxidação. A espuma juntamente com a cor fornece a primeira impressão que o consumidor tem ao ver a cerveja, logo uma cerveja sem espuma ou com uma má estabilidade passa a imagem de uma cerveja de má qualidade (CARVALHO, 2018).

Cor e turbidez estão diretamente relacionadas. Cervejas escuras contém mais de 20 unidades EBC, enquanto as cervejas claras possuem menos de 20 unidades EBC. Logo, observando a figura 13 as cervejas A, B, C e D são consideradas cervejas claras devido aos resultados obtidos, apresentando cor entre palha e dourado, além de apresentar baixa quantidade de resíduo de levedura, resultando em cervejas pouco turvas, conforme figura 14 (TÓFOLI, 2014).

Figura 13 – Gráfico de cor (EBC) das amostras

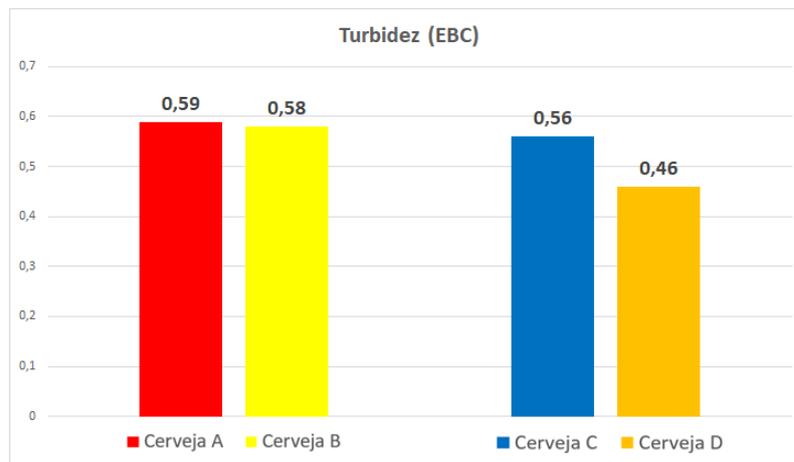


Fonte: Próprio autor (2022)

Segundo o BJCP (2015) determina que as cervejas classificadas como “cervejas claras” devem apresentar cor palha a amarelo, correspondendo à faixa de 2 a 4 SRM (3,94 a 7,88 EBC). Nesse estudo, apenas as cervejas C e D apresentaram valores dentro da faixa estabelecida por essa referência.

A análise da turbidez confirma o aspecto visual da cerveja, ou seja, todas as cervejas foram caracterizadas como límpida apresentando menos de uma unidade EBC. Os estudos de Doretto et. al (2018), que em sua pesquisa avaliou as principais marcas de cervejas comerciais brasileiras, obteve resultados muito semelhantes a esse estudo variando de 0,41 a 0,78 unidades EBC, essa variação de turbidez não apresentam significativos prático, pois não é notável na aparência visual da cerveja para o consumidor.

Figura 14 – Gráfico da turbidez (EBC) das amostras

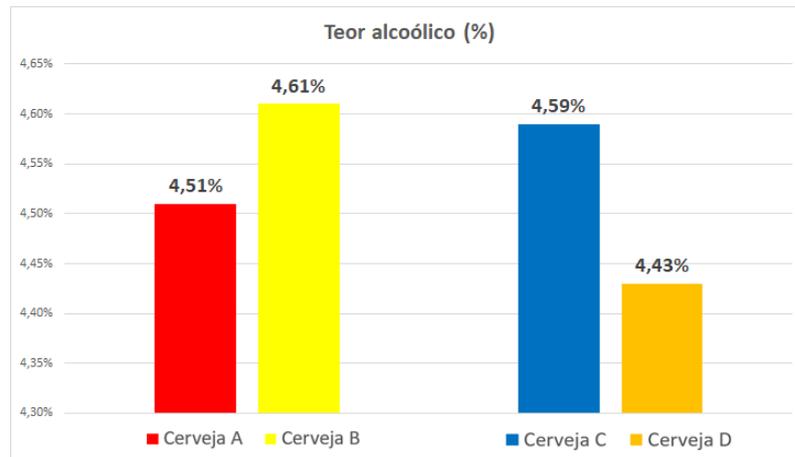


Fonte: Próprio autor (2022)

Na figura 15 observa-se os valores referentes ao teor alcoólico, em que todas as marcas ficaram dentro dos padrões estabelecidos, uma vez que toda cerveja igual ou maior que 0,5% em volume com álcool é considerada uma cerveja com álcool, sendo obrigatório constar no rótulo o percentual de álcool em volume (SINDICERV, 2018). Porém, observou-se pequenas discrepâncias de valores obtidos em relação ao definido no rótulo de cada marca. As discrepâncias podem ser devido a metodologia utilizada ou ainda pela perda do açúcar devido a volatilização durante a carbonatação (CARVALHO, 2018).

Os estudos de Doretto et. al (2018), obteve resultados de teor alcoólico variando de 4,30 a 4,72%, valores semelhantes ao encontrado nesse estudo, demonstrando que provavelmente a concentração de açúcares fermentescíveis no mosto das cervejas era similar. Segundo o autor, é por meio dos açúcares fermentáveis contido no mosto cervejeiro que a levedura produz o álcool.

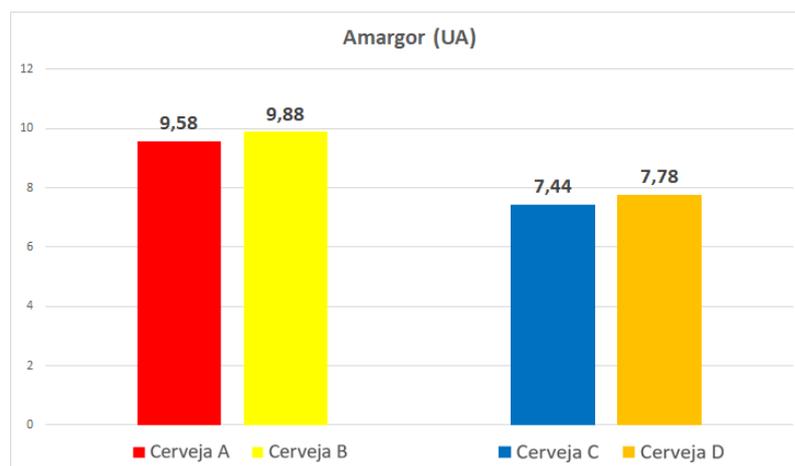
Figura 15 – Teor alcoólico das amostras A, B, C e D



Fonte: Próprio autor (2022)

Na figura 16 observa-se os valores referentes ao amargor, todas as amostras avaliadas apresentaram valores dentro das especificações, porém as cervejas A e B apresentaram um valor de amargor superior as cervejas C e D, sendo cervejas mais amargas ao paladar. O amargor é uma das principais características de diferenciação entre as cervejas, garantindo uma melhor estabilidade organoléptica, condições microbiológicas mais satisfatórias e melhores propriedades da espuma (CASTRO & SERRA, 2012).

Figura 16 – Gráfico de amargor das amostras (UA)



Fonte: Próprio autor (2022)

Segundo o BJCP (2015), estabelece que o amargor desses estilos de cerveja pode variar de 8 a 15 IBU, confirmando que os resultados obtidos nesses estudos estão em conformidade com os valores apresentados nessa referência. O estudo de Carvalho (2018) apresentou

resultados semelhantes a esse estudo, com valores variando entre 7,71 a 8,01 UA, logo o teor de amargor não costuma ser uma não conformidade em cervejas desse estilo, visto que cervejas mais claras são cervejas menos amargas.

## 6 CONCLUSÃO

Foram analisadas amostras de cervejas do tipo cereal maltado que corresponderam as cervejas A e B e as amostras do tipo cereal não maltado que corresponderam as cervejas C e D.

Os parâmetros para cada amostra de cerveja selecionada, teve-se como resultado o extrato seco maior para as cervejas A e B (6,63 e 6,55%, respectivamente) do que para as cervejas C e D (6,49 e 6,42%, respectivamente).

Para os sólidos solúveis as cervejas A e B (9,6 e 9,1 respectivamente) apresentaram valores maiores que as cervejas C e D (6,7 e 6,9 respectivamente).

A cerveja A possui maior estabilidade de espuma com o resultado de 254,8 segundos, enquanto a cerveja D obteve o menor resultado de 229,5 segundos. Todas as amostras de cervejas apresentaram cores claras entre palha e dourado pois apresentaram menos de 20 unidades EBC.

Todas as amostras apresentaram teor alcoólico maior que 0,5% caracterizando cervejas com álcool, porém com algumas discrepâncias de valores obtidos em relação ao definido no rótulo de cada marca. O amargor das cervejas A e B (9,58 e 9,88 respectivamente) apresentaram um valor superior as cervejas C e D (7,44 e 7,78 respectivamente), sendo cervejas mais amargas ao paladar.

Os resultados obtidos neste trabalho verificaram que todas as marcas de cervejas atenderam os parâmetros de referência estabelecidos para cervejas do tipo cereal maltado e cereal não maltado, encontrando-se em conformidade com os padrões legais estabelecidos.

Fica evidente a importância de seguir as normas estabelecidas, pois produtos não conformes oferecem risco à saúde do consumidor. Neste trabalho, as amostras estão sendo comercializadas em conformidade e confiabilidade, uma vez que não foram detectados problemas com os parâmetros físico-químicos estudados.

## Referências

ALVES, L. M. F. **Análise físico-química de cervejas tipo *pilsen* comercializadas em Campina Grande na Paraíba**, 2014. 44 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campina Grande, 2014.

ALMEIDA, D. S. de; BELO, R. F. C. **Análise físico-química de cervejas artesanais e industriais comercializadas em Sete Lagoas – MG**, 2017. Faculdade Ciências da Vida – FCV, Sete Lagoas, 2017. Disponível em: <<http://jornalold.faculdadecienciasdavid.com.br/index.php/RBCV/article/view/362/232>>. Acesso em 12 de jul 2022.

ANALYTICA EBC – EBC Analysis Committee. Disponível em: <<https://brewup.eu/ebc-analytica>>. Acesso em: 07 de jul 2022

ASBC - American Society of Brewing Chemists. Disponível em: <http://methods.asbcnet.org/toc.aspx>. Acesso em: 07 de jul 2022

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. de A. **Biotecnologia industrial volume IV**. 2 ed. Blucher, São Paulo, 523 p, 2008.

BAMFORTH, C. **Beer: Health and Nutrition**. 1. ed. Iowa: Blackwell Science LTD, 199p, 2004.

BAMFORTH, C. **Beer: Tap into the art and Science of Brewing**. 2. ed. New York: Oxford University Press, 246p, 2003.

BAMFORTH, C. **Brewing Materials and Processes: A practical approach to beer excellence**. 1 ed. San Diego: Academic Press, 366p, 2016.

BARBOSA, L. M. **A produção de cerveja ao longo da história**, 2018. 39 f. Trabalho de conclusão de curso (Técnico em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, Barretos, 2018.

BEER, B. **O que é puro malte? Saiba tudo sobre esse tipo de cerveja**, 03 de ago de 2021. Disponível em: <<http://blog.bomdebeer.com.br/2021/08/o-que-e-puro-malte/>>. Acesso em: 09 de jul de 2022.

BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM. **Style guidelines:** beer style guidelines. St. Louis Park, 2015. Disponível em: <[https://www.bjcp.org/docs/2015\\_Guidelines\\_Beer.pdf](https://www.bjcp.org/docs/2015_Guidelines_Beer.pdf)>. Acesso em: 23 de jul de 2022.

BELETI, M. A.; DUARTE, F.; ENDRES GEORG-KRAEMER, J. A temperatura no desenvolvimento da atividade das enzimas (1-3, 1-4)-b-glucanases e degradação de b-glucanos durante a malteação. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, 2012.

BORZANI, W.; AQUARONE, E.; SCHMIDELL, W.; DE ALMEIDA LIMA, U., **Biotecnologia Industrial**, Volume IV. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 523p, 2001.

BOULTON, C.; QUAIN D. **Brewing, yeast and fermentation**. Blackwell Science Ltd. 1 ed. Oxford, 644 p, 2001.

BRASIL. **LEI Nº 8.918, de 14 de julho de 1994**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, autoriza a criação da Comissão Inter setorial de Bebidas e dá outras providências.

BRASIL. **Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, 04 de junho de 2009.

CARVALHO, A. K. C. **Controle de qualidade de cervejas pilsen comercializadas em São Luís - MA**, 2018. 38f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Farmácia) – Instituto Florence de Ensino Superior – IFES, São Luís, 2018.

CARVALHO, DE GUERREIRO LILIAN. REDETEC. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. **Produção de Cerveja**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Março de 2007.

CARVALHO, Manuel Vasco Moreira. **O rigor da grande cerveja, 2016**. Disponível em: <<https://web.fe.up.pt/~up201703893/beer/hist%C3%B3ria.html#surgimento>>. Acesso em: 29 de mai 2022.

CASTRO, M. P.; SERRA, S. G. G.; **Comparação de quatro marcas de cervejas brasileiras**. São Paulo, 2012, 25 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo. Universidade do Vale da Paraíba, São Paulo, 2012.

DORETTO, D. A.; FIGUEIRA, R.; SARTORI, M. M. P.; FILHO, W. G. V. Análise físico-química e sensorial de cervejas comerciais brasileiras. **Revista Energia na Agricultura**, Botacatu – SP, v. 33, n.3 p. 277-283, 2018.

EBC Analytica, 9.42.1 - Foam Stability of Beer using the NIBEM-T Meter, 2004. 23 de outubro de 2018, <https://brewup.eu/ebc-analytica/beer/foam-stability-of-beer-using-the-nibem-t-meter/9.42.1>. Acessado em 08 de jul 2022.

EBC Analytica, 9.6 - Colour of Beer: Spectrophotometric Method (IM), 2000. 23 de outubro de 2018, <https://brewup.eu/ebc-analytica/beer/colour-of-beer-spectrophotometric-method-im/9.6>. Acessado em 08 de jul 2022.

EBC Analytica, 9.8 - Bitterness of Beer (IM), 2020, 23 de novembro de 2020, <https://brewup.eu/ebc-analytica/beer/bitterness-of-beer-im/9.8>. Acessado em 08 de julho de 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4 ed., São Paulo, vol. 1, 2008.

JUNIOR, A. A. D; VIEIRA, A. G; PEREIRA, T. P. **Processo de produção de cerveja**, 2009. Disponível em: [http://ojs.rpqsenai.org.br/index.php/rpq\\_n1/article/view/35/26](http://ojs.rpqsenai.org.br/index.php/rpq_n1/article/view/35/26). Acesso em: 30 de mai 2022.

KUNZE, W. **Technology brewing & malting**. 3 ed. VLB Berlin, 948 p, 2004.

LAZZARI, L. M. et al. **Produção de cerveja**. Santa Catarina, UFSC, 18 p, 2009.

MACHADO, Ruy. Brasil é o 3º país que mais consome cerveja no mundo. Erre Jota, 2021. Disponível em: <<https://errejotanoticias.com.br/brasil-e-o-3o-pais-que-mais-consome-cerveja-no-mundo/>>. Acesso em: 09 jul de 2022.

MAFRA, G. P. **Análise físico-química de cerveja *American Lager* maturada com pimenta rosa (aroeira)**. Natal, 2018, 25 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, 2018.

MOLINARI, Enzo. **O que é IBU da cerveja?** Nação Cervejeira, 2021. Disponível em: <<https://www.clubedomalte.com.br/blog/curiosidades/o-que-e-o-ibu-da-cerveja/>>. Acesso em: 07 de jul de 2022.

MORADO, R. **Laurosse da cerveja: a história e as curiosidades de uma das bebidas mais populares do mundo**. 1 ed. São Paulo: Alaúde, 2017.

NETO, Rivaldo. As cores da cerveja. **Revista Algomais** – a revista de Pernambuco, Pernambuco, 1 dez. 2017. Disponível em: <<https://revista.algomais.com/as-cores-da-cerveja/>>. Acesso em: 29 de mai 2022.

**O QUE É CERVEJA?**. Brejas, c2020. Disponível em: <<https://www.brejas.com.br/cerveja.shtml>>. Acesso em: 19 de mai 2022.

OLIVEIRA, Chai. **A importância da qualidade da água na produção de cerveja, 2021**. Disponível em: <<https://www.aguasantarita.com.br/post/a-importancia-da-qualidade-da-agua-na-producao-de-cerveja>>. Acesso em: 01 de jun 2022.

OLIVEIRA, F. S. **Produção e caracterização de cervejas tipo Witbier a partir de malte de trigo e trigo não maltada**, 2017. 36 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Imperatriz, 2017.

PICCINI, A. R.; MORESCO, C.; MUNHOS, L. **Legislação cerveja**, 2022. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prcerea/cerveja/legisc.htm>>. Acesso em: 30 de mai 2022.

PINTO, L. I. F; ZAMBELLI, R. A.; JUNIOR, E. C. S.; PONTES, D. S. F. (2015). Desenvolvimento de Cerveja Artesanal com Acerola (*Malpighia emarginata* DC) e Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill). **Revista Verde** (Pombal – PB – Brasil), 10 (4), 67 – 71.

REBELLO, F. de F. P. Produção de cerveja. **Revista Agrogeoambiental**, v. 1, n. 3, 2009.

REINOLD, M. R. **Manual prático de cervejaria**. 1 ed. São Paulo: ADEN Editora e Comunicações Ltda, 1997.

RIZZON, L.A. **Extrato seco total de vinhos brasileiros: comparação de métodos analíticos**. Ciência rural, Santa Catarina, v.26, n. 2, p. 297-300, 1996

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. A química da cerveja. **Química Nova**, v.37 n.2, p.98-105, 2015.

SIMÕES, Lucas. Conheça os principais tipos de cerveja do mundo. **Blog Cervejaria Leopoldina**, 12 de mar 2019. Disponível em: <<https://blog.famigliavalduga.com.br/conheca-os-principais-tipos-de-cerveja-do-mundo/>>. Acesso em: 07 de jul de 2022.

SILVA, A. B. **Avaliação físico-química de cervejas do tipo *pilsen* comercializadas na região de Dourados MS**, 2017. 48 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado e licenciatura em Química) – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia – UFGD, Mato Grosso do Sul, 2017.

SILVA, H. Araújo; LEITE, M. A.; DE PAULA, A. R. V., v. 4, n. 2, p. 85-91, 2016.

SIQUEIRA, P. B.; BOLINI, H. M. A.; MACEDO, G. A. O processo de fabricação da cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 4, p. 491-498, 2009.

SIQUEIRA, Priscila B.; BOLINI, Helena M.A.; MACEDO, Gabriela A. **O processo de fabricação da cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis**. Revista Alim. Nutr., Araraquara, v.19, n.4, p. 491-498. 2008.

Tipos de cerveja. **Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja** – SINDICERV, 2018. Disponível em: <<https://www.sindicerv.com.br/tipos-de-cerveja/>>. Acesso em: 30 de mai 2022.

TÓFOLI, R. J. **Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química de cervejas comerciais e artesanais**, 2014. 64 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química) – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA, 2014.

VIEIRA, A. E. O. **Controle de qualidade físico-químico de cerveja de uma indústria paraense**, 2015. 47 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química Industrial) – Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, 2015.

VIEIRA, V. B.; PIOVESAN, N. **Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Ponta Grossa – Paraná: Atena Editora, 2019.