



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

AMANDA ARIETA SILVA MACHADO

BEBIDAS ALCOÓLICAS: uma análise comparativa entre bebidas fermentadas e
bebidas destiladas

**BELÉM- PARÁ
2022**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

AMANDA ARIETA SILVA MACHADO

BEBIDAS ALCOÓLICAS: uma análise comparativa entre bebidas fermentadas e
bebidas destiladas

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Química do
Instituto de Ciências Exatas e Naturais da
Universidade Federal do Pará, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Química Industrial.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Rosa Carriço
de Lima Montenegro Duarte.

BELÉM - PARÁ

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

M149b Machado, Amanda Arieta Silva.
BEBIDAS ALCOÓLICAS: uma análise comparativa entre
bebidas fermentadas e bebidas destiladas / Amanda Arieta
Silva Machado. — 2022.
53 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Ana Rosa Carriço de Lima
Montenegro Duarte
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e
Naturais, Faculdade de Química, Belém, 2022.

1. Bebidas Alcoólicas. 2. Fermentação Alcoólica. 3.
Destilação. I. Título.

CDD 540

AMANDA ARIETA SILVA MACHADO

BEBIDAS ALCOÓLICAS: uma análise comparativa entre bebidas fermentadas e
bebidas destiladas

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Química
Industrial pela Universidade Federal do
Pará.

Resultado: EXCELENTE

Defendido em: 07/01/2022

Banca examinadora:



Profa. Dra. Ana Rosa Carriço de Lima Montenegro Duarte
Faculdade de Química/ ICEN/ UFPA – Orientadora



Profa. Dra. Patrícia Santana Barbosa Marinho
Faculdade de Química/ ICEN/ UFPA – Membro



Profa. Dra. Marta Helena Tavares Pinheiro
Faculdade de Química/ ICEN/ UFPA – Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus filhos de quatro patas, Murilo, Miguel e Garibaldo, pelo companheirismo, carinho e felicidade que me proporcionam.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, em especial, a minha mãe que sempre acreditou em mim e me apoiou durante esse longo período de graduação.

Agradeço também à minha orientadora, pelo carisma e simpatia que teve comigo, e pela disponibilidade que teve para me orientar nesse pouco tempo que tivemos.

Agradeço à Universidade Federal do Pará por me dar a oportunidade de ingressar nessa instituição e pelos inúmeros conhecimentos que adquiri ao longo da graduação.

“Nada pode ser obtido sem uma espécie de sacrifício, esta é a lei da troca equivalente.”

(Fullmetal Alchemist)

RESUMO

Esse trabalho teve como principal objetivo conhecer os principais aspectos das bebidas alcoólicas, evidenciando seu histórico, suas características quanto a suas diferenças e processos produtivos, além de compreender a importância da fermentação alcoólica no que diz respeito a produção de bebidas alcoólicas fermentadas e destiladas. Trata-se de um trabalho de pesquisa bibliográfica qualitativa para melhor compreensão do assunto, buscando contextualizar de maneira clara e objetiva. Para esse fim foram realizadas pesquisas em artigos, monografias, teses, revistas, dissertações, livros e sites da internet referentes ao tema. Apresenta-se nesse trabalho pesquisa sobre fermentação alcoólica, bebidas alcoólicas, sua origem e evolução, o processo de destilação, a diferença entre bebidas fermentadas e bebidas destiladas, e o processo produtivo das bebidas alcoólicas mais comuns: cerveja e vinho. Vários fatores motivaram a realização desse estudo, entre eles, a importância da fermentação para a produção de bebidas alcoólicas e evidenciar a diferença entre bebidas fermentadas e destiladas.

Palavras-Chave: Fermentação alcoólica. Bebidas alcoólicas. Destilação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Conversão da glicose em etanol e CO ₂	14
Figura 02 - Etapas da fermentação alcoólica.....	15
Figura 03 - Fases da fermentação alcoólica	16
Figura 04 - Esquema simplificado de uma montagem para destilação.....	21
Figura 05 - Alambique de cobre.....	23
Figura 06 - Colunas de destilação	23
Figura 07 - Principais matérias primas para a produção de cerveja.....	26
Figura 08 - Fluxograma do processo de produção da cerveja	29
Figura 09 - Estrutura química do <i>trans</i> -resveratrol.	34
Figura 10 - Produtores mundiais de vinho em 2020	44
Figura 11 - Consumidores de vinho no mundo em 2020.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Bebidas destiladas e bebidas fermentadas.....	20
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	12
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	13
3.1 Fermentação.....	13
3.1.1 Fermentação alcoólica.....	14
3.1.2 <i>Fases da fermentação alcoólica.....</i>	<i>15</i>
3.1.3 <i>Fatores que influenciam na fermentação alcoólica.....</i>	<i>17</i>
3.2 Bebidas alcoólicas.....	18
3.2.1 <i>Bebidas fermentadas x Bebidas destiladas.....</i>	<i>19</i>
3.2.2 <i>Destilação.....</i>	<i>20</i>
3.3 Cerveja.....	24
3.3.1 <i>Principais insumos.....</i>	<i>26</i>
3.4 Cerveja e saúde.....	28
3.5 Processo de produção da cerveja.....	29
3.6 Controle de qualidade da cerveja.....	31
3.7 Vinho.....	33
3.9 Tipos de vinho.....	35
3.10 Uvas para o vinho.....	37
3.11 Processo de produção de vinho.....	38
4 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

A utilização de microorganismos, para converter uma substância em outra, é conhecida e aplicada, desde os primórdios, por volta do ano 8000 a. C., na fabricação de bebidas a partir da fermentação de cereais e frutos. A fermentação alcoólica é um processo bioquímico no qual os microorganismos, as leveduras, consomem a glicose presente no meio e produzem álcool e dióxido de carbono, em um sistema onde não há presença de oxigênio (COSTA, 2017).

Além de ser um dos principais processos da produção de bebidas alcoólicas como vinhos e cervejas, a fermentação está muito presente no cotidiano, seja na produção de pães, queijos e iogurtes e até chocolate. Ainda existem os vários produtos utilizados nas indústrias químicas, farmacêuticas e de alimentos, que são obtidos a partir de processos fermentativos (COSTA, 2017).

As bebidas com etanol em sua composição são as mais consumidas pela sociedade desde o início da história. Existem indícios de que há 6000 anos, no antigo Egito e Babilônia, as bebidas fermentadas, com baixo teor alcoólico já eram consumidas. Durante séculos a humanidade saboreou suas bebidas fermentadas, os babilônios com sua cerveja e os gregos com o vinho (SALES, 2010 *apud* CAETANO 2018).

Com o passar do tempo, na Idade Média, as bebidas alcoólicas fermentadas foram submetidas a um novo processo, denominado destilação, que consiste em retirar da massa fermentada um líquido, em sua maior parte, o álcool etílico. A destilação, processo desenvolvido pelos árabes, aumentou consideravelmente a concentração alcoólica nas bebidas produzidas (CAETANO, 2018).

Por outro lado, os diferentes tipos de bebidas, fermentadas ou destiladas não eram consumidos em todos os níveis da sociedade, existiam restrições, percebe-se que historicamente as bebidas alcoólicas no passado não eram disseminadas em todos os níveis da sociedade, no geral era utilizado somente para o benefício da sociedade, como seus aspectos medicamentosos (VENTURINI FILHO, 2018).

Desde seu surgimento, a fabricação de bebidas alcoólicas evoluiu para uma ciência altamente desenvolvida, a grande variedade de produtores e a competitividade do mercado forçam o fabricante a usar maior habilidade, experiência e tecnologias para produzir bebidas de alta qualidade (SHREVE; BRINK, 2014 *apud* COSTA, 2017).

Justifica-se a escolha do tema, o fato de que é importante agregar conhecimentos sobre a origem, a produção e a evolução das bebidas alcoólicas. E também, pela conjuntura de que apesar da fermentação se confundir com a própria história da humanidade, observa-se no dia a dia, que, apesar do Brasil ser um dos maiores produtores e consumidores de bebidas alcoólicas do mundo, a maioria das pessoas não sabe diferenciar o que é uma bebida fermentada de uma bebida destilada. A fermentação alcoólica tem grande importância em vários setores da sociedade, logo, esse trabalho traz um apanhado bibliográfico sobre fermentação alcoólica focando sua aplicação na produção de bebidas alcoólicas fermentadas e destiladas, trazendo uma análise comparativa apresentando seus conceitos e diferenças.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo compreender a importância da fermentação alcoólica através de sua aplicação na produção de bebidas alcoólicas fermentadas e destiladas.

2.2 Objetivo Específico

- Fazer revisão bibliográfica sobre bebidas fermentadas e bebidas destiladas, buscando definir, apresentar suas diversidades, características principais e diferenças;
- Definir o que é fermentação alcoólica;
- Analisar o processo de produção industrial de cervejas e vinhos, como método comparativo e exemplificativo.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Fermentação

A fermentação é um processo bioquímico que depende de microorganismos bactérias, leveduras e fungos para retirar do meio em que vivem o material nutritivo necessário à sua sobrevivência, durante esse processo, com a ação catalítica de enzimas, produzem substâncias que são amplamente utilizadas na indústria (EVANGELISTA, 2008).

A palavra fermentação vem do latim *fervere*, que significa ferver, foi usada pela primeira vez por Pasteur, que comparou o processo fermentativo à fervura, devido a liberação de gases lembrar a ebulição. Os processos fermentativos são controlados através da escolha dos microorganismos, temperatura, pH adequado e substrato (MACEDO, 2010).

A utilização da fermentação transcende em muito o início da Era Cristã, confundindo-se com a própria história da humanidade. As bebidas produzidas pela fermentação de grãos de cereais já eram conhecidas pelos sumérios e babilônios há 6.000 a.C. Posteriormente, em 2.000 a.C., os egípcios já utilizavam o fermento para fabricar cerveja e pão (VANIM, 2005).

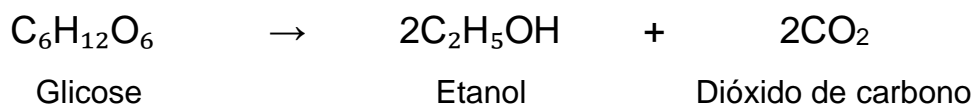
No século XIX, Louis Pasteur, provou que seres minúsculos, os chamados microorganismos, eram a causa das fermentações, deixando assim para trás a teoria da geração espontânea vigente na época. Em seus estudos, também provou que cada tipo de fermentação era realizado por um microorganismo específico, e que estes viviam e se reproduziam sem oxigênio (VANIM, 2005).

A fermentação é realizada por uma grande variedade de organismos que produzem diversos produtos finais com aproveitamento comercial. Os processos fermentativos são usados nos diversos setores de produção e conservação de alimentos, como na produção de iogurte, pickles, chucrute, comidas típicas, e também na agricultura fermentando vegetais para preservação do alimento animal (LENNINGER, 2014).

3.1.1 Fermentação alcoólica

A fermentação alcoólica é uma reação exotérmica e anaeróbia, ou seja, desprende calor e ocorre sem a presença de ar, através da ação de microorganismos (leveduras). Os principais produtos desta transformação química de açúcares ($C_6H_{12}O_6$) são álcool etílico ($2C_2H_5OH$) e gás carbônico ($2CO_2$), que são produzidos em proporções equimolares, conforme figura 01 (AQUARONE *et al.*, 2008).

Figura 01 – Conversão da glicose em etanol e CO_2

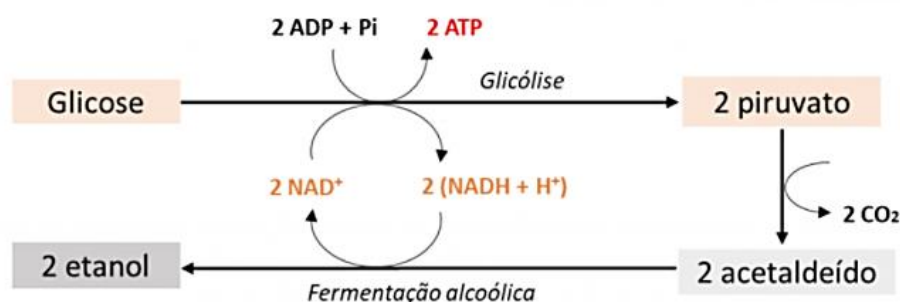


Fonte: Aquarone et al. 2008.

A molécula de glicose passa por doze etapas intermediárias antes de ser transformada em etanol e gás carbônico. Além dos produtos principais, são formados acetaldeído, glicerol, 2,3-butilenoglicol, ácido succínio, ácido cítrico, entre outros produtos resultantes da fermentação alcoólica, que contribuem para o sabor e aroma do produto fermentado. As fontes de açúcares mais comuns para a realização da fermentação alcoólica são os monossacarídeos com 6 átomos de carbono ($C_6H_{12}O_6$) glicose, frutose, galactose e manose (AQUARONE *et al.*, 2008).

Para a geração do etanol, muitas etapas e transformações químicas são necessárias por parte da levedura, sendo que o processo fermentativo pode ser reduzido a três etapas principais: a metabolização do monossacarídeo em piruvato ($C_3H_4O_3$), em seguida, há descarboxilação do piruvato levando a formação do acetaldeído (C_2H_4O) e gás carbônico (CO_2), e por fim, a redução do acetaldeído em etanol, conforme figura 02 (p. 15) (FONSECA, 2020).

Figura 02 – Etapas da fermentação alcoólica



Fonte: <https://vestibulares.estrategia.com/portal/biologia/fermentacao/>

As leveduras mais usadas na fermentação alcoólica pertencem à espécie *Saccharomyces cerevisiae*, também pertencem a esta espécie as leveduras alcoólicas classificadas como *S. uvarum* e *S. carlsbergensis*. Essas leveduras apresentam ótimo rendimento, cerca de 90%, possuem estabilidade quanto ao comportamento fisiológico e não exigem condições complexas (COSTA, 2017; AQUARONE *et al.*, 2008).

As leveduras são agentes biológicos ativos responsáveis pela fermentação alcoólica, e por isso, é de fundamental importância a escolha da linhagem apropriada para melhor êxito da fermentação, que possuem múltiplas habilidades metabólicas que impactam no rendimento da fermentação. Entre as espécies indicadas para a realização da fermentação alcoólica devem apresentar certos requisitos para a boa eficiência da fermentação, entre eles: velocidade de fermentação; resistência ao álcool; eficiência de conversão; resistência ao pH e antissépticos e estabilidade genética (PACHECO, 2010).

3.1.2 Fases da fermentação alcoólica

O processo fermentativo é composto por quatro fases distintas: fase lag, fase exponencial, fase estacionária e fase de morte celular (figura 03, p.16). Todo processo fermentativo passa por estas fases e a duração de cada uma varia conforme uma série de fatores (YEASTLAB, 2018).

Figura 03 – Fases da fermentação alcoólica



Fonte: YEASTLAB, 2018.

- I. **Fase Lag:** primeira fase da fermentação onde as leveduras adaptam-se ao meio e preparam-se para iniciar o seu crescimento e reprodução. Nesta fase ainda não ocorre o processo de fermentação alcoólica. A fase lag pode durar de 6 a 24h, e depende de vários fatores, como a composição do meio e a temperatura. O final dessa fase é perceptível através da formação de espuma superficial no mosto, conhecido como krausen. Mosto é o nome dado a cerveja antes de ser fermentada, refere-se a fase da mosturação ou brasagem, que compreende a mistura do malte triturado com água;
- II. **Fase Exponencial:** também conhecida como fase log, é caracterizada pelo crescimento populacional intenso no mosto, formação de CO₂, consumo de açúcares e produção de etanol e muitos outros compostos. Pode durar de 48 a 7 dias ou mais;
- III. **Fase Estacionária:** os açúcares presentes no mosto já estão escassos, há pouco crescimento populacional e as leveduras começam a produzir metabólitos indesejados, como diacetil e acetaldeído. Dura de dois a quatro dias;
- IV. **Fase de Morte:** nesta etapa final já não há mais fontes de nutrição, o próprio meio criado inibe o crescimento celular, e as células se enfraquecem até o rompimento da parede celular. É um processo lento, podendo levar semanas para ocorrer.

3.1.3 Fatores que influenciam na fermentação alcoólica

Conforme Reis e Ribeiro (2009 *apud* PEREIRA et al., 2020) diversos fatores afetam a fermentação alcoólica como, fenômenos físicos: temperatura, pressão osmótica; químicos: pH, oxigenação, nutrientes minerais e orgânicos e os fenômenos microbiológicos: espécie, linhagem e concentração de levedura, contaminação bacteriana. Todos esses fatores têm impacto diretamente no rendimento da fermentação e, também, na eficiência da conversão do açúcar em etanol.

Para a eficiência de todo o processo, um bom monitoramento é fundamental, como por exemplo: análises de temperatura, brix de alimentação ou densidade, pH, contaminação bacteriana, velocidade e açúcares residuais (ARAVÉCHIA, 2013 *apud* PEREIRA et al., 2020).

- **Temperatura:** O controle da temperatura é de grande importância para a fermentação alcoólica, pois a levedura trabalha bem entre 25 °C a 30 °C. Temperaturas muito altas podem gerar enfraquecimento da levedura, favorecer o desenvolvimento de outros microorganismos contaminantes no meio, e ocasionar perdas de álcool por evaporação. Já temperaturas muito baixas diminuem a atividade da levedura (SOUSA; MONTEIRO, 2012).

Para o processo industrial de fermentação alcoólica, temperaturas ótimas situam-se entre 26 a 35 °C, e nas destilarias alcança a temperatura de 38 °C (LIMA, 2001 *apud* SOUSA; MONTEIRO, 2012).

- **pH:** Segundo Souza e Monteiro (2012) a fermentação alcoólica desenvolve-se em uma ampla faixa de pH, a faixa considerada ideal para o crescimento da levedura está entre 4,0 a 5,0. Para a fermentação industrial essa faixa inicia com valores baixos de pH entre 2,0 e 3,0, e finaliza entre 3,5 a 4,0.

O controle do pH é importante para a fermentação alcoólica, pois evita e controla a contaminação bacteriana e, também, controla o crescimento da levedura e a taxa fermentativa. Quando o pH se encontra muito baixo, ocorre a perda de nutrientes, resultando no crescimento da sensibilidade do etanol (GÓES-FAVONI, 2018).

- **Concentração de açúcares:** Quando a levedura se encontra em um meio com grande concentração de açúcares, há o aumento da produtividade de etanol, como consequência, a taxa de reprodução diminui rapidamente. Leveduras

submetidas a altas concentrações de açúcares estão propensas a estresse osmótico (LIMA; BASSO; AMORIM 2014 *apud* COSTA 2017).

- **Concentração do inóculo:** Quando há uma grande quantidade de microorganismos presente no mosto, pode ocorrer a aceleração da produtividade e ocasionar um maior controle sobre a contaminação bacteriana. Em contrapartida, a grande concentração do inóculo exige maior gasto de substrato e maior consumo de açúcar para a sobrevivência da levedura no meio, sendo assim, o fermento se reduz, pois as leveduras começam a competir pelos minerais e nutrientes presentes no meio (COSTA, 2017).

3.2 Bebidas alcoólicas

A utilização de bebidas alcoólicas consta desde o início da civilização humana, abrangendo os mais variados povos. As bebidas consideradas mais antigas são a cerveja e o vinho, que possuíam baixo teor alcoólico. Na Idade Média, povos árabes introduziram na Europa a técnica de destilação, nesse mesmo período considerava-se que o álcool era o remédio para todos os males (CENPRE, 2013).

Segundo Aquarone *et al.* (2008), na antiguidade as bebidas alcoólicas originavam-se de processos espontâneos de fermentação, a partir das fontes naturais próprias de açúcares e amiláceos, como frutas, cana, milho, trigo, arroz, batata, centeio, aveia, cevada e mesmo raízes e folhas. Só em época mais recente com os métodos modernos da biotecnologia passaram a ser produzidas na indústria.

De acordo com o parágrafo II, do artigo 2º do Decreto 6.871/2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas:

“bebida: o produto de origem vegetal industrializado, destinado à ingestão humana em estado líquido, sem finalidade medicamentosa ou terapêutica; a polpa de fruta, o xarope sem finalidade medicamentosa ou terapêutica, os preparados sólidos e líquidos para bebida” (BRASIL, 2009)

De acordo com o artigo 12º do mesmo Decreto:

“II - bebida alcoólica: é a bebida com graduação alcoólica acima de meio por cento em volume até cinquenta e quatro por cento em volume, a vinte graus Celsius, a saber:

a) bebida alcoólica fermentada: é a bebida alcoólica obtida por processo de fermentação alcoólica;

b) bebida alcoólica destilada: é a bebida alcoólica obtida por processo de fermento-destilação, pelo rebaixamento do teor alcoólico de destilado alcoólico simples, pelo rebaixamento do teor alcoólico do álcool etílico potável de origem agrícola ou pela padronização da própria bebida alcoólica destilada;” (BRASIL, 2009)

A legislação brasileira, Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, atualmente vigente é responsável por tratar a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas alcoólicas, a partir dessa legislação que os produtores de bebidas devem se orientar. É importante frisar que, em praticamente todos os países, as bebidas alcoólicas sofrem um controle rigoroso por meio de leis e regulamentos (AQUARONE *et al.*, 2008).

3.2.1 *Bebidas fermentadas x Bebidas destiladas*

De acordo com o decreto federal citado acima, as bebidas alcoólicas podem ser classificadas em fermentadas e destiladas, os exemplos mencionados em cada caso são os seguintes:

a) fermentadas: cerveja, vinho, cidra, hidromel, fermentados de frutas e outros fermentados;

b) destiladas: aguardente de cana, rum, uísque, arac, conhaque, graspa ou bagaceira, pisco, aguardente de frutas, tequila, tiquira, vodka, gim, etc., (AQUARONE *et al.*, 2008).

A principal diferença entre as bebidas fermentadas e destiladas está no modo de produção e na concentração de álcool, algumas bebidas passam pelo processo de destilação e, assim, recebem o nome de destiladas. Todas as bebidas alcoólicas passam pelo processo de fermentação, ou seja, toda bebida destilada surge primeiro como fermentada. A destilação é um passo seguinte à fermentação para a produção de bebidas alcoólicas destiladas, que tem como objetivo aumentar o teor alcoólico das

bebidas. Enquanto as fermentadas, como cerveja, chope, vinho e cidra, possuem até 15%, as destiladas têm, em média, 40% de álcool (CESAR, 2015).

Na tabela 01, tem-se algumas bebidas destiladas e fermentadas com seus processos de obtenção, e seus respectivos teores alcoólicos:

Tabela 01- Bebidas fermentadas e bebidas destiladas

DESTILADA	Uísque	Obtido pela destilação de cereais envelhecidos e milho especial.	43 - 55 °GL
	Pinga	Conhecida com aguardente, sua matéria-prima é a cana-de-açúcar, é feita a destilação do mosto que dá a forma da bebida.	38 - 54 °GL
	Vodca	Obtida a partir de batata e trigo.	40 - 50 °GL
FERMENTADA	Vinho	Obtido pela fermentação do suco de uva, as uvas são esmagadas nos tanques e deixadas em repouso para fermentarem.	12 °GL
	Cerveja	Obtida pela fermentação de cereais: lúpulo, cevada, cereais maltados.	3 - 5 °GL
	Cidra	Obtida pela fermentação da maçã, suas características imitam a Champagne.	4 - 8 °GL

Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/curiosidades/bebidas-destiladas-fermentadas.htm>

Legenda: °GL - graus Gay Lussac, unidade de medida de teor alcoólico.

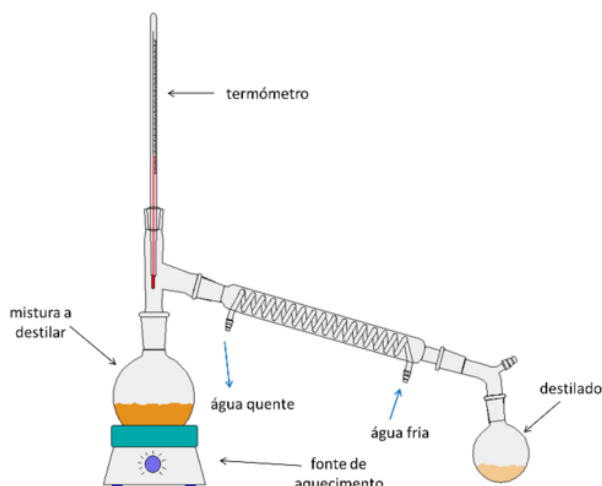
3.2.2 Destilação

A destilação é um processo de separação fundamentado nas diferenças entre os pontos de ebulição dos componentes da mistura. Quanto mais afastados forem os pontos de ebulição, mais efetiva é a separação. Essa mistura pode ser de dois líquidos ou de sólidos dissolvidos em um líquido. Os sistemas formados por sólidos dissolvidos em líquidos são separados por destilação simples, enquanto dos sistemas

constituídos por dois líquidos são separados geralmente por destilação fracionada. Através do aquecimento, a substância mais volátil se torna vapor enquanto o menos volátil permanece em estado líquido. Após essa etapa, o vapor passa por um condensador que transforma o vapor extraído em líquido novamente (EALI, 2020).

O processo de destilação possui passos: no primeiro passo a mistura é aquecida para converter pelo menos parte do líquido (ou de um dos líquidos) em vapor, e no segundo passo esse vapor é condensado numa outra zona do processo. Quando uma solução é destilada os seus componentes entram em ebulição a diferentes temperaturas e podem assim ser separados. O aparelho usado é um destilador. Uma montagem laboratorial para esse efeito é apresentada na figura 04 (LEAL, 2015).

Figura 04 - Esquema simplificado de uma montagem para destilação



Fonte: LEAL, 2015.

A destilação de bebidas alcoólicas é um dos exemplos mais antigos e presente no cotidiano da população, que remota à antiguidade, parte-se de uma bebida com um determinado teor alcoólico, e dado que o etanol tem um ponto de ebulição (78,37 °C) inferior ao da água (100 °C), obtém-se um destilado com um teor alcoólico superior. A palavra destilação vem do latim “de-stillare” que significa “gotejar” (LEAL, 2015).

A destilação é um método de separação extensamente estudado - os primeiros estudos científicos documentados surgiram na Idade Média, por volta do ano 800 a.C,

com o alquimista Jabir ibn Hayyan (Geber). Foi ele, inclusive, quem inventou o alambique, que é um aparato usado até hoje para fazer destilações de bebidas alcoólicas, como a cachaça (JORNAL DO PLANALTO, 2019).

A qualidade e a composição de um destilado são influenciadas por diversos fatores, como: tipo de destilador, sistema de aquecimento, eficiência na separação das diversas frações e condições operacionais. Além disso, deve-se ter um bom controle de parâmetros como o tempo de destilação e o volume do destilado obtido (CORRÊA, 2015).

A destilação ocorre após a fermentação, o produto da fermentação do mosto é o vinho, que apresenta constituintes gasosos, líquidos e sólidos. Para ser submetido ao processo de destilação o vinho deve ter sido adequadamente decantado e apresentar a seguinte composição: 5-10% de etanol, 89-94% de água e 2-4% de outros componentes. Esse vinho passa então por destilação em alambique (processo batelada ou descontínuo) ou em coluna de pratos (processo contínuo), onde a graduação alcoólica sobe para 40-70% como são os casos do uísque, conhaque, cachaça, rum e tequila. Já para a produção de bebidas como vodca e gim, o destilado alcoólico deve atingir 94-96% v/v antes de ser diluído para a produção da bebida final (ARAÚJO, 2019; FONSECA, 2020).

Além de aumentar a concentração de etanol, o processo de destilação também é responsável por reduzir a concentração de substâncias químicas como o metanol, os ácidos; principalmente o ácido acético; os ésteres como acetato de etila; aldeídos; entre eles o acetaldeído e os álcoois superiores ou também chamados de óleo fúsel; como, propanol, isobutanol e álcool isoamílico, que são tóxicos e possuem coloração amarelada e odor desagradável (FONSECA, 2020).

A destilação realizada em alambiques (figura 05, p.23), geralmente de cobre, é largamente utilizada devido conseguir retirar componentes indesejáveis da bebida, o cobre faz com que ocorra uma maior facilidade na troca térmica, e consiga agregar sabores e odores por meio de reações químicas com o cobre (SILVA, 2019). O método mais utilizado de destilação de bebidas é em colunas de aço inox (figura 06, p.23), devido seu maior rendimento e tempo de destilação, corresponde a cerca de 80% das indústrias, já os alambiques de cobre são utilizados em produção artesanal (LIMA; MELO FILHO, 2011).

Figura 05 – Alambique de cobre



Fonte: LIMA; MELO FILHO, 2011.

Figura 06 – Colunas de destilação



Fonte: LIMA; MELO FILHO, 2011

Todo destilado obtido seja por colunas de destilação ou alambiques é incolor, a complexidade de cor e aromas ocorre por meios de envelhecimento em barris de madeira ou pela adição de corantes (LIMA; MELO FILHO, 2011).

3.3 Cerveja

A palavra cerveja deriva do latim *bibere* que significa beber. É uma bebida fermentada com uma história de 6.000 a 8.000 anos, cujo processo de elaboração tem sido cada vez mais regulado e bem controlado. Os ingredientes básicos para a produção da maioria das cervejas são: cevada maltada, água, lúpulo e levedura; na Alemanha, a Lei da Pureza da Bavária (*Reinheitsgebot*), permite que os cervejeiros utilizem apenas esses ingredientes, há mais de 500 anos para manter a tradição na produção da bebida. No restante dos países do mundo, há uma grande flexibilidade na escolha das matérias primas para a produção de cerveja (VENTURINI FILHO, 2018).

No Brasil, a legislação permite que parte do malte de cevada seja substituída por cereais maltados ou não, e por carboidratos de origem vegetal transformados ou não, conhecidos como adjuntos. Esses adjuntos possuem um custo mais baixo que o malte de cevada, contribuem como uma fonte alternativa de substrato e proporcionam à bebida características organolépticas peculiares. Esses adjuntos podem ser: trigo, milho, arroz, sorgo, etc., (VENTURINI FILHO, 2018).

A cerveja é a bebida alcóolica mais consumida no Brasil, porém, nem sempre foi assim, até o século XIX, as bebidas mais consumidas no país, eram cachaça e vinho. A cerveja, popularizou-se com a vinda da família real portuguesa e o decreto da abertura dos portos feita por Dom João, que possibilitou a comercialização de cerveja, antes, monopolizada pela Inglaterra. O primeiro registro de fabricação de cerveja no Brasil, foi no ano de 1836 e após este fato, surgiram várias fábricas produtoras da bebida. A partir daí, a produção e consumo, aumentaram muito no país, e atualmente, o Brasil está entre os quatro principais países produtores de cerveja do mundo (COSTA, 2017).

De acordo com o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), que é o órgão responsável por regular, inspecionar e fiscalizar os estabelecimentos produtores de bebidas em território nacional, o ano de 2019 consolidou o crescimento do mercado cervejeiro nacional, com mais de 1.000 estabelecimentos legalmente instalados. O Brasil é o terceiro maior fabricante mundial de cerveja, com 13,3 bilhões de litros produzidos, atrás, somente, da China (46 bilhões) e dos Estados Unidos (22,1 bilhões). Como um todo, a indústria gerou R\$ 77 bilhões em faturamento no último

exercício fechado, equivalente a 2% do PIB e 14% da indústria de transformação nacionais. Além disso, contribuiu com R\$ 25 bilhões em impostos (SINDICERV).

Segundo AmBev (2019) existem 4 escolas cervejeiras no mundo, que nada mais são do que regiões onde os estilos de cerveja foram criados e são as principais referências para os cervejeiros:

- **Escola Inglesa:** que possui estilos como Porter, English IPA, Stout e English Pale Ale;
- **Escola Belga:** que possui estilos como Blond Ale, Dubbel, Strong Ale e Witbier;
- **Escola Alemã:** que possui estilos como Pilsen, Weiss e Bock;
- **Escola Americana:** que possui estilos como American Lager, Cream Ale e American Pale Ale.

De acordo com o mesmo autor citado acima, existem três famílias de cerveja, que estão relacionadas com o tipo de fermento utilizados no processo:

Ale: são cervejas de alta fermentação (entre 15 °C e 24 °C), ou seja, a levedura tende a ficar no topo do tanque durante o processo de fermentação. Esse é o processo mais antigo de fabricação da cerveja e cria bebidas com aromas mais frutados e bem mais perfumados que as de baixa fermentação. Os estilos mais conhecidos dessa família são: IPA, Weiss, Stout, Porter, Pale Ale, Trippel e Witbier;

Lager: são cervejas de baixa fermentação (entre 6 °C a 12 °C). A levedura tende a descer para o fundo do tanque no processo de fermentação. Esse estilo é originário da Alemanha (região da Baviera) do século XIX e surgiu com o hábito de guardar as cervejas em caves muito frias. Em geral, seus sabores e cheiros lembram malte (cereais, pão tostado) e lúpulo (amargor, aroma floral). São as cervejas mais consumidas no mundo, o tipo pilsen é o mais conhecido dessa família. Os estilos mais conhecidos dessa família são: Pilsen, American Lager, Vienna, Helles, Bock, Schwarzbier;

Lambic: são cervejas que passam pelo processo de fermentação espontânea, onde são utilizadas leveduras e outros microorganismos selvagens. Seu sabor é bastante peculiar apresentando forte amargor e acidez elevada. Os estilos mais conhecidos dessa família são: Gueuze, Faro, Fruit Lambic e Straight Lambics.

3.3.1 Principais insumos

Os principais ingredientes para produção de cerveja são: água, malte, lúpulo e levedura cervejeira, conforme figura 07.

Figura 07 – Principais matérias primas para a produção de cerveja



Fonte: <https://www.comofazercerveja.com.br/materia-prima-cerveja>

- Água

É o principal componente da cerveja em termos de volume, que corresponde a cerca de 92 a 95% da cerveja. A água é um dos principais fatores a ser levado em consideração na fabricação de cervejas, basicamente ela define o local onde a cervejaria deve ser instalada. Para cada 1 L de cerveja produzida é gasto em média 10 L de água, considerando todas as etapas do processo. A água utilizada para fabricar cerveja obrigatoriamente tem que ser potável, podendo sofrer correções químicas de acordo com a sua composição. A sua importância é tanta que ela é um dos fatores decisivos na escolha do local para a instalação de uma cervejaria (JUNIOR; VIEIRA; FERREIRA, 2009).

Para Junior, Vieira e Ferreira (2009) as águas com elevados teores de sulfato de cálcio, está associada às cervejas amargas e teores maiores de carbonato de cálcio torna-se a água apropriada para fabricação de cervejas mais escuras e adocicadas. A água para cervejaria deve ser insípida e inodora para não interferir no gosto e aroma da cerveja, e deve possuir pH entre 6,5 e 8,0, que é a faixa na qual as enzimas do malte atuam para transformação do amido em açúcares fermentáveis.

- Malte

É o produto de um processo de malteação, onde o grão é colocado em condições favoráveis para a sua germinação, e ao começar o desenvolvimento da planta, interrompe-se o processo, secando e torrando o grão. A principal função do

processo de malteação é expor o amido do interior dos grãos para que posteriormente possam ser quebrados em moléculas mais simples. Tais moléculas servirão como fonte de alimentos das leveduras no processo fermentativo (HOELZ; AZEVEDO, 2019).

O malte é cultivado há cerca de 8 mil anos e reúne várias características que justificam sua utilização na produção de cerveja: é rico em amido, contém enzimas (glucanases, proteases, fosforilases e amilases), possui uma casca que confere proteção ao grão durante a malteação e dá o aroma, o sabor e a cor característicos do produto (ROSA, 2015).

- Lúpulo

Seu nome científico é *Humulus lupulus* L., é uma planta que pertence à família das Cannabaceae, que produz flores masculinas e femininas. As flores possuem secretoras de resinas e óleos de substâncias amargas, que dá o amargor típico e contribuem para o aroma característico da cerveja. Na fabricação de cerveja utilizam-se apenas as flores femininas, pois são estas que contém a substância amarga “lupulina”. Pode ser comercializado na forma de flores secas, pó e em extratos (DE OLIVEIRA, 2011).

Existem dois tipos de lúpulos principais: os de amargor e os aromáticos, conforme características de amargor ou de aroma. Os lúpulos aromáticos são adicionados ao mosto normalmente nos minutos finais da fervura para conferir aroma a cerveja, já os lúpulos de amargor são utilizados no processo de fervura para extração do amargor.

O lúpulo também possui outras funções como: bactericida, antioxidante e formação de espuma. O primeiro relato do uso da planta na cerveja data da Idade Média. A intenção era garantir que a bebida ficasse melhor conservada. Posteriormente, durante o século XV, o lúpulo tornou-se o mais popular aromatizante e conservante do Reino Unido (DE OLIVEIRA, 2011).

- Levedura

As leveduras são microorganismos eucarióticos predominantemente unicelulares e pertencentes ao Reino Fungi. São utilizadas na produção da cerveja e pertencem ao gênero *Saccharomyces* e estão distribuídas na espécie *S. cerevisiae*, sendo responsáveis pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro, metabolizando os açúcares fermentescíveis para produzir álcool, gás carbônico, energia na forma de ATP e calor. As características de sabor e aroma de qualquer cerveja são

determinadas principalmente pelo tipo de levedura utilizada. As leveduras são tão importantes que seu tipo é o que classificam as cervejas (FIGUEIRÊDO, 2017).

3.4 Cerveja e saúde

A cerveja quando consumida com moderação traz muitos benefícios aos seus consumidores, ela pode e deve fazer parte de um estilo de vida saudável, pois possui ingredientes que favorecem a saúde e fornecem proteínas e calorias que o organismo necessita diariamente (CERVBRASIL, 2018). Alguns dos benefícios do consumo de cerveja são:

1. Cérebro: em quantidades moderadas tem propriedades anti-inflamatórias que proporcionam melhora na circulação do cérebro
2. Coração: reduz o risco de doenças cardíacas entre 25 a 45%, aumenta o bom colesterol e diminui as chances de derrame;
3. Rim: pode reduzir em 40% o risco de desenvolver pedras nos rins;
4. Pele e cabelo: quanto mais lupulada a cerveja, melhor ficam a pele e o cabelo, pois o lúpulo possui proteínas que nutrem.
5. Ossos: a cerveja pode beneficiar a saúde dos ossos, uma vez que o silício presente na bebida ajuda a melhorar a densidade óssea;
6. Ferro: cervejas escuras contém ferro que ajudam na distribuição de oxigênio no sangue e combatem a anemia;
7. Bioflavonóides: tem propriedades muito similares ao estrogênio e podem servir como uma espécie de repositor hormonal natural, para mulheres que passam por menopausa;
8. Sono: a cerveja contém lactoflavina e ácidos nicotínicos que são excelentes para dormir bem.

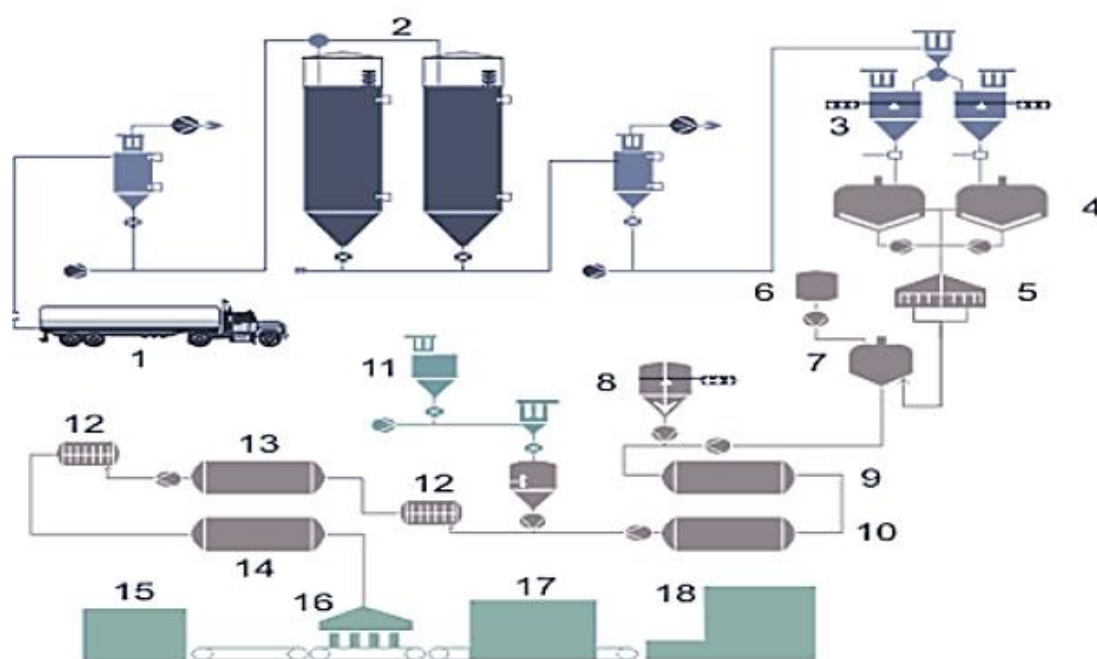
Segundo o mesmo autor, o consumo recomendado diário para mulheres é de uma latinha de cerveja, e para os homens é de duas latinhas. A República Tcheca é a campeã mundial em consumo per capita de cerveja. São 143 litros por habitante por ano, pouco mais do que uma latinha por dia. O Brasil tem apenas a 17ª posição no consumo per capita.

3.5 Processo de produção da cerveja

O processo industrial pode variar muito a depender do porte, da estrutura e dos objetivos da cervejaria. De modo geral, o processo pode ser dividido em três grandes grupos: produção do mosto, processo fermentativo e acabamento (AQUARONE *et al*, 2008).

Na figura 08 - está representado uma visão geral do processo de obtenção de cervejas. Embora todas as cervejas de mesma classificação são produzidas utilizando basicamente o mesmo processo, elas podem apresentar algumas variações de marca para marca.

Figura 08 – Fluxograma do processo de produção da cerveja



Fonte: DE OLIVEIRA, 2011

- Recebimento e Armazenagem do Malte: O malte é recebido à granel a partir de caminhões **(1)** e armazenado em silos **(2)**.
- Moagem do Malte: O malte é enviado para os moinhos **(3)** que possuem como função promover um corte na casca e então liberar o amido para o processo. A moagem também promove a diminuição do tamanho da partícula do amido, ocasionando assim, um aumento na velocidade de hidrólise do amido.

- Mosturação: Após ser moído o malte é enviado até os tanques de mostura **(4)**. O malte moído é misturado com água e submetido a aquecimento. É importante que a temperatura não ultrapasse 72 °C, pois em altas temperaturas as enzimas são inativadas. As enzimas contidas no malte são liberadas para o meio e sob ação de calor são ativadas para promover a hidrólise catalítica do amido.
- Filtração: A mistura obtida, também chamada de mostura, atravessa um sistema de filtros **(5)** que tem por função separar a casca da mistura. Na torta formada ainda existem frações de açúcares que poderão ser utilizados na fermentação. Após filtrada, a mostura passa a denominar-se mosto.
- Fervura: Em seguida o mosto é adicionado a um tanque **(7)** e recebe a adição de lúpulo **(6)**. A mistura é fervida por volta de 30min e, durante esse intervalo, ocorre a extração e isomerização de alguns óleos essenciais extraídos do lúpulo.
- Resfriamento: Após o processo de fervura, o mosto acrescido de lúpulo é resfriado por trocadores de calor, com o objetivo de receber a levedura **(8)** que irá promover a fermentação.
- Fermentação: Fase em que as leveduras irão consumir os açúcares fermentescíveis, se reproduzir e produzir álcool e dióxido de carbono além de alguns ésteres, ácidos e álcoois superiores que irão transmitir propriedades organolépticas à cerveja. A fermentação ocorre em tanques fechados, revestidos por uma camisa externa que permite a passagem de fluído refrigerante (amônia ou etileno glicol) para manter o sistema na temperatura desejada, que pode variar de 10 a 25 °C de modo geral.
- Maturação: Terminada a fermentação, a cerveja obtida do fermentador, também chamada de cerveja verde, é enviada aos tanques de maturação **(10)** onde é mantida por períodos variáveis a temperaturas de aproximadamente 0 °C. É nessa fase que ocorre a sedimentação de partículas em suspensão e desencadeiam reações de esterificação que irão produzir aromatizantes essenciais para cerveja.
- Segunda Filtração: Nessa etapa **(12)**, é acrescido terra diatomácea **(11)** a cerveja madura, com o objetivo de remover as partículas em suspensão e adsorver as substâncias que conferem cor desagradável para a cerveja.

- Acabamento: Após a segunda filtração, a cerveja passa por uma fase de acabamento **(13)** onde irá receber dióxido de carbono e outras substâncias que irão garantir a qualidade da cerveja e aumentar seu tempo de prateleira, como estabilizantes e antioxidantes.
- Engarrafamento: Nessa etapa, a cerveja acabada **(14)** é enviada para a engarrafadora **(16)** que recebe as garrafas limpas **(15)** com solução de hidróxido de sódio;
- Pasteurização: O objetivo da pasteurização **(17)** é eliminar alguns microorganismos que irão prejudicar as características originais da cerveja. Costuma ser realizada a temperaturas por volta de 70 °C, de modo que essa seja a temperatura letal dos microorganismos em questão.
- Expedição: Após pasteurizada, a cerveja é encaminhada para a fase de expedição **(18)** para ser comercializada.

3.6 Controle de qualidade da cerveja

A qualidade da cerveja está associada à total satisfação do consumidor ou cliente, a qualidade não está ligada somente a atributos intrínsecos do produto, mas também a sua embalagem, preço, forma de comercialização e a maneira como empresa fabricante de cerveja se relaciona com a sociedade e o meio ambiente (AQUARONE *et al.*, 2008).

A qualidade da cerveja é considerada sob dois pontos de vista: excelência e tipo. As cervejas possuem tipos que apresentam características químicas e físicas bem definidas. Para uma cervejaria produzir uma cerveja de qualidade, deve-se ter o controle de três fatores: matéria-prima, equipamentos e mão-de-obra, sendo que a qualidade da bebida depende diretamente da qualidade da matéria-prima utilizada no processo de produção (AQUARONE *et al.*, 2008).

Para as análises físico-químicas de controle de qualidade podem ser aplicados os métodos oficiais e as tolerâncias analíticas reconhecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Outros métodos de análise poderão ser utilizados na fiscalização de bebida e sua matéria-prima, desde que reconhecidos pelo mesmo órgão fiscalizador competente. Os métodos de análises aplicados para controle de processo na indústria cervejeira, geralmente são os métodos

internacionais e são utilizados para a caracterização físico-química e microbiológica da cerveja (VIEIRA, 2015), dos quais pode-se citar:

- **Cor:** é uma propriedade determinante que permite aos consumidores distinguir o tipo de cerveja, assim como os requisitos de controle da produção, a cor da cerveja se forma durante a produção do malte e do mosto. No processo cervejeiro a reação de escurecimento ocorre na etapa de secagem do malte e tem continuidade durante a fervura do mosto. A reação de escurecimento ocorre entre o aminoácido prolina (aminoácido principal no mosto e na cerveja) e o açúcar maltose. Dessa forma o nível de prolina no mosto deve afetar a cor da cerveja. A cor do mosto cervejeiro é um indicativo da cor final da cerveja, sendo importante seu controle durante a fabricação;
- **Turbidez:** uma cerveja torna-se turva devido dois fatores principais: crescimento de microorganismos e coagulação de colóides. O crescimento de bactérias ou leveduras pode ocorrer em cerveja não pasteurizada armazenada de forma inadequada sem refrigeração. Vários tipos de colóides podem turvar a cerveja, a principal causa da turbidez é o complexo coloidal proteína-tanino, a coagulação desse coloide resulta em dois tipos de turbidez: a quente e a frio, a turbidez a quente é permanente, enquanto a turbidez a frio é reversível e desaparece quando se esquentar a cerveja (AQUARONE *et al.*, 2008).
- **Espuma:** sua estabilidade é característica fundamental da apresentação comercial do produto, uma vez que junto com a cor, fornece a primeira característica física perceptível após o envasamento. O controle de qualidade da espuma é importante, pois a espuma protege a cerveja da oxidação e dificulta a perda de CO₂, a espuma deve ser branca, cremosa, fina porosidade e boa aderência ao copo (VIEIRA, 2015).
- **Diacetil:** quando em grande concentração confere a cerveja um desagradável sabor de manteiga, o diacetil é um produto natural do metabolismo das leveduras e está presente em concentrações variáveis em todas as cervejas. O diacetil também é produzido por bactérias lácticas contaminantes, portanto, deve-se evitar a presença dessa bactéria em todas as etapas do processo

produtivo da cerveja. Utilizando-se a levedura em quantidade adequada e temperatura elevada de fermentação, reduz-se o diacetil. Outra forma de redução do diacetil é refermentar a cerveja (AQUARONE *et al.*, 2008).

3.7 Vinho

O vinho remonta a diversos períodos da humanidade. É difícil precisar o momento certo da origem do vinho, é fato que ele tenha surgido antes da escrita, alguns enólogos acreditam na teoria de que o vinho surgiu por acaso: alguém pode ter esquecido algumas uvas amassadas dentro de um recipiente e, então, elas passaram por um processo de fermentação que ocorreu espontaneamente. Para os cristãos, foi Noé quem plantou um vinhedo e elaborou o primeiro vinho, já os gregos acreditavam que o líquido era uma dádiva fornecida pelos deuses. Cada povo adaptou a história com base em suas crenças (VIAVINI, 2020).

O cultivo da videira para a produção do vinho, assim como de outros alimentos, só foi possível quando alguns nômades se estabeleceram, fixaram-se na terra e tornaram-se sedentários. Existem referências que indicam que a região da atual Geórgia foi o local onde provavelmente se produziu vinho pela primeira vez, que datam entre 8000 e 5000 a.C. Egípcios, gregos e romanos foram os grandes impulsionadores da cultura e do desenvolvimento da bebida. No Egito, existem pinturas e documentos com registros do processo de vinificação e do consumo de vinho em celebrações e rituais datados de 3000 a.C. (VIAVINI, 2020).

Os principais responsáveis por trazer o vinho para a América foram os missionários católicos, que o utilizavam durante o rito da eucaristia. Na África do Sul, foram os holandeses que colonizaram a região que deram origem ao cultivo vitivinícola. Do continente africano, as mudas foram levadas para a Nova Zelândia e Austrália (países considerados novíssimo mundo) entre o final do século XVIII e início do século XIX. As primeiras videiras do Brasil foram trazidas pela expedição colonizadora de Martim Afonso de Souza, em 1532. Brás Cubas, fundador da cidade de Santos, é, reconhecidamente, o primeiro a cultivar a vinha em nossas terras (VIAVINI, 2020; BARBOSA, 2017).

Para Guerra (2005) o vinho é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do suco de uva.

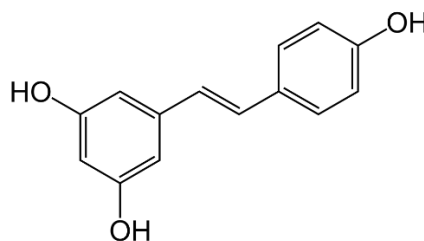
3.8 Vinho e saúde

Importantes civilizações antigas, como os egípcios, os gregos e os romanos, além dos hindus, utilizavam vinho como remédio para o corpo e para a alma. Registros históricos mostram que o uso medicinal do vinho pelo homem tem sido uma prática feita, há mais de 2000 anos. Estudos desenvolvidos no mundo inteiro comprovam que o consumo moderado de vinho traz diversos benefícios para a saúde, aumentando a qualidade e o tempo de vida (PENNA; HECKTHEUER, 2004).

Segundo Penna e Hecktheuer (2004) alguns dos benefícios do consumo moderado de vinho são:

1. **Resveratrol (C₁₄H₁₂O₃):** é um polifenol que possui propriedades anti-inflamatórias, antidiabéticas, anticancerígenas e neuroprotetoras, além de ser antioxidante e protetor do coração. Muitos alimentos contêm resveratrol, mas o mais associado a essa substância é o vinho tinto: as atividades enzimáticas que acontecem no processo de fermentação da bebida aumentam a atividade da substância, fazendo com que o vinho seja uma rica fonte desse antioxidante. Questões como o processo de vinificação, a saúde das videiras e a espécie da uva usada também interferem na quantidade de resveratrol encontrada nos vinhos. A espécie de uva campeã é a *Vitis vinífera L.* conhecida como uva fina, ela é típica da Europa, tem a cor mais escura, a casca mais grossa e um bago menor. A figura 09 apresenta a estrutura química do *trans*-resveratrol:

Figura 09 - Estrutura química do *trans*-resveratrol.



Fonte: SATAKE, 2013.

2. **Prevenção de doenças cardiovasculares:** o consumo moderado de vinho, principalmente o vinho tinto, diminui o colesterol ruim e aumenta o colesterol bom no sangue, prevenindo o surgimento de doenças cardiovasculares, devido a presença de substâncias fenólicas, entre elas o resveratrol. Na França, ocorre um dado estatístico curioso, o chamado paradoxo francês, pois apesar do país ser um grande consumidor de comidas gordurosas, a população é sedentária e fuma mais em comparação a outros países europeus e norte-americanos, os franceses apresentem menos distúrbios cardiovasculares que os outros países, devido ao consumo diário de vinho;
3. **Prevenção de câncer:** devido ao fato do resveratrol ser um antioxidante e, portanto, bloquear reações com radicais livres que dão início ao processo de envelhecimento dos tecidos do corpo humano, assim como o aparecimento de diferentes formas de câncer, ele é considerado um agente químico responsável por atividades anticancerígenas, bloqueando a evolução de processos neoplásicos e atuando nos três estágios do câncer;
4. O vinho é considerado um complemento alimentar, pois contém carboidratos, vitaminas e minerais, provenientes da uva. Além da água (80 a 85% do volume), a bebida ainda fornece ao organismo energia na forma de açúcares, como glicose e frutose. Entre os minerais, destacam-se o potássio, o cobre, o zinco, o flúor, o magnésio, o alumínio, o iodo, o boro e o silício que, mesmo em quantidades pequenas, são indispensáveis para que o organismo execute bem todas suas funções;
5. O vinho também contém algumas vitaminas, como, por exemplo, a biotina, o ácido pantotênico, a niacina, a tiamina e o ácido ascórbico.

3.9 Tipos de vinho

Os vinhos podem ser classificados quanto à classe, cor e teor de açúcares (GAUTO; ROSA, 2011).

a) Quanto à classe:

Vinho de mesa	<p>É o vinho com graduação alcoólica de 10 °GL a 13 °GL. E estes classificam-se em:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vinhos Finos ou Nobres: vinhos produzidos somente de uvas viníferas. • Vinhos Especiais: vinhos mistos produzidos de uvas viníferas e uvas híbridas ou americanas. • Vinhos Comuns: vinhos com características predominantes de variedades híbridas ou americanas. • Vinhos Frisantes ou Gaseificados: vinhos de mesa com gaseificação mínima de 0,5 atmosferas e máxima de 2 atmosferas.
Vinho leve	Vinho com graduação alcoólica de 7 °GL a 9,90 °GL, elaborado de uvas viníferas.
Champanha	Vinho espumante, cujo anidrido carbónico seja resultante unicamente de uma segunda fermentação alcoólica de vinho, com graduação alcoólica de 10° GL a 13° GL.
Licoroso	Vinho doce ou seco, com graduação alcoólica de 14 °GL a 18 °GL, acrescido ou não de álcool potável, mosto concentrado, caramelo e sacarose.
Composto	Bebida com graduação alcoólica de 15 °GL a 18 °GL, obtida pela adição de macerados e/ou concentrados de plantas amargas ou aromáticas, substâncias de origem animal ou mineral, álcool etílico potável e açúcares. São eles o vermute, o quinado, o gemado, a jurubeba e a ferroquina, entre outros.

b) Quanto à cor:

Vinho tinto	Elaborado a partir de variedades de uvas tintas. A diferença de tonalidade depende de tipo fruto e maturidade.
Vinho rosado	Produzido de uvas tintas, porém, após breve contato, as cascas que dão a pigmentação ao vinho são separadas. Obtém-se também um vinho rosado pelo corte, isto é, pela mistura de um vinho branco com um vinho tinto.
Vinho branco	Produzido a partir de uvas brancas ou tintas, a fermentação é feita na ausência das cascas.

c) Quanto ao teor de açúcar:

Vinho seco	Possui até 5 gramas de açúcar por litro.
Vinho meio doce	Possui 5 a 20 gramas de açúcar por litro.
Vinho suave	Possui mais de 20 gramas de açúcar por litro.

3.10 Uvas para o vinho

Existem inúmeras variedades de uvas para a elaboração do vinho em diferentes regiões vitivinícolas. Pode-se dividi-las em categorias: (AQUARONE *et al.*, 2008)

- a) Uvas para vinhos finos: *Vitis vinífera* (superior).
- b) Uvas para vinhos comuns: *Vitis vinífera*, *Vitis labrusca*, *Vitis bourquina*, *Vitis* e híbridos.

As uvas da espécie *Vitis vinífera*, produzem vinho fino de categoria superior. Seu cultivo está limitado a algumas regiões vitivinícolas brasileiras, pois são muito suscetíveis a doenças criptogâmicas. As condições de clima e solo são mais favoráveis nas regiões de Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Vale do Rio São Francisco (Nordeste).

As uvas da variedade *Vitis labrusca* são cultivadas em todas as regiões vitivinícolas brasileiras. Os vinhos produzidos por essa variedade de uva apresentam aroma pronunciado, que é considerado um defeito pelos etnólogos.

As uvas da espécie *Vitis bourquina* são cultivadas em Minas Gerais e no Rio Grande do Sul, representando cerca de 70% da produção mineira.

As uvas híbridas cultivada no Brasil contribuem para a produção de vinhos comuns de melhor qualidade.

Para Aquarone *et al.* (2008), o conhecimento da composição química do vinho permite a compreensão dos fenômenos que intervêm durante a maturação da uva, da elaboração do vinho, de sua conservação e seus tratamentos. As principais substâncias que constituem o vinho são: açúcares, álcoois, ácidos orgânicos, sais de ácidos minerais e orgânicos, compostos fenólicos, substâncias nitrogenadas, pectinas, gomas e mucilagens, compostos voláteis e aromáticos (ésteres, aldeídos e cetonas), vitaminas e anidrido sulfuroso. Também é de suma importância conhecer o

valor de pH do vinho, pois através dele pode-se avaliar a resistência do vinho contra infecções bacterianas, vinho com pH 3,4 apresenta melhor resistência a infecção bacteriana.

3. 11 Processo de produção de vinho

As etapas básicas do processo de produção do vinho são:

1. **Colheita:** Tudo começa na videira, onde a uva é cultivada. Há uma relação íntima entre o cultivo e um bom vinho, por isso algumas safras são tão valorizadas em relação às outras, principalmente pelas questões climáticas e o cuidado do agricultor em colher a uva na hora certa. As uvas são colhidas manualmente na maioria das vinícolas. Os trabalhadores cortam os cachos selecionados com tesouras especiais e guardam em caixas de plástico. Na Serra Gaúcha, o período de colheita começa em janeiro e pode durar até o início de abril; (LUVISON, 2021);
2. **Transporte:** Após a colheita a uva é transportada para a vinícola com todo o cuidado para manter a sua integridade (LUVISON, 2021);
3. **Recebimento:** Ao chegar na vinícola, a uva é pesada e testada para determinar o seu grau de açúcares, que será fundamental para a sua precificação, uma vez que quanto maior o grau de açúcar, maior será o potencial alcoólico do produto. Geralmente uva é recebida no lagar, um equipamento que transportará delicadamente a uva para a desengaçadeira; (LUVISON, 2021);
4. **Desengace e esmagamento:** Este é o processo que inicia a vinificação. Ao chegar na vinícola, as uvas são colocadas na desengaçadeira-esmagadeira, máquina que remove os engaços dos grãos (os quais adicionam um amargor indesejável ao vinho) e, de maneira sutil, rompe as cascas das uvas. Desta forma, o suco da uva escorre livremente, sem que as cascas e sementes sejam esmagadas (ROSS, 2016);
5. **Prensagem:** Nessa etapa de produção, as sementes e cascas são separadas do suco de uva (mosto), somente para a elaboração de vinhos brancos. Os vinhos rosés e os tintos não passam por essa etapa, suas uvas devem ser fermentadas em contato com as cascas, para que a bebida ganhe cor. A

tonalidade e a intensidade da pigmentação do vinho variam de acordo com o tempo de maceração do sumo com as cascas, da variedade da uva e do seu grau de maturação (SIMÕES, 2018);

- 6. Fermentação alcoólica:** o mosto obtido após o desengaçamento e esmagamento, é conduzido às cubas, onde acontecerá a fermentação alcoólica. Um grande número de microrganismos pode estar envolvido na fermentação. Entre eles, leveduras selvagens, e bactérias desejáveis e indesejáveis, que serão inibidas ou estimuladas, dependendo das condições da uva, da temperatura, da aeração, do pH, entre outros.

Antes de iniciar a fermentação alcoólica, pode-se adicionar dióxido de enxofre ao mosto (SO₂), processo conhecido como sulfitagem, com o objetivo de inibir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis no meio, pois o SO₂ possui propriedade antioxidante, antisséptica e estimulante de fermentação. Logo após, as leveduras são adicionadas ao mosto, as principais são: *Kloeckera apiculata*, *Hanseniaspora uvarum*, *Saccharomyces ellipsoideus* e *Saccharomyces bayanus*. A temperatura ideal pra conversão do açúcar em etanol e CO₂ varia conforme o tipo de vinho, para o vinho tinto de 25 a 30 °C, e para os brancos e roses de 16 a 20 °C. Após a adição da levedura, o mosto entra num processo denominado fermentação tumultuosa, que ocorre com formação de um grande número de bolhas resultante da liberação de gás carbônico. Inicia-se então o processo de maceração, que leva de dois a cinco dias, durante o qual as substâncias que dão cor às cascas das uvas (os taninos) são extraídas pela ação do álcool etílico e passam a fazer parte do mosto; (GAUTO; ROSA, 2011);

- 7. Descubagem ou trasfega:** após o término da etapa anterior, depositam-se no fundo do tanque resíduos sólidos, materiais orgânicos, leveduras e bactérias, desse modo, para evitar que sabores e aromas indesejáveis sejam passados pra o vinho, este é transferido para um tanque limpo. O ato de transferir o vinho de um tanque para o outro é chamado de trasfega (ROSS, 2016);

É nessa etapa que ocorre a correção do mosto com adição de sacarose e a acidificação do mosto pela adição de ácido tartárico. O pH do vinho varia de 2,5 a 4,5, os níveis estão ligados ao estilo e qualidade dos vinhos. Os vinhos de alta qualidade estão geralmente na faixa de 3,1 a 3,4, para os brancos 3,3

e 3,6 para tintos. Geralmente um vinho com níveis de pH mais baixos terá maior longevidade (GAUTO; ROSA, 2011);

- 8. Clarificação e estabilização:** Após a fermentação e trasfega, o vinho é submetido a alguns processos onde são removidos componentes que podem deixá-lo turvo. A clarificação consiste em adicionar um agente clarificante mais pesado que a água e o álcool, que não se dilui, para formar uma nova decantação e posterior trasfega. É importante ter cuidado nessa etapa, pois pode haver redução da cor e dos níveis de taninos do vinho. Os agentes clarificantes podem ser orgânicos (gelatina, caseína, caseinatos, albumina de ovo, albumina de sangue) e minerais (bentonita, caolin, dióxido de silício) (VINITUDE, 2015);

A estabilização de um vinho tem a finalidade de evitar que alterações indesejáveis ocorram durante um prolongado período de armazenamento, seja em barricas ou em garrafas, quando submetido a variações de temperatura que eventualmente possam alterar e prejudicar suas qualidades originais pela presença de proteínas e taninos que se precipitam no decorrer dos anos. São realizadas estabilizações ao calor, estabilização ao frio e estabilização microbiológica (ROBERTO, 2012);

- 9. Envelhecimento ou amadurecimento:** O amadurecimento do vinho pode ser feito em tanques de aço ou barris de carvalho. Para os vinhos brancos utiliza-se os tanques de aço, para que seu frescor, aromas e caráter frutado sejam preservados, pois esse tipo de tanque diminui a exposição do vinho ao oxigênio. Os vinhos tintos são envelhecidos em barris de carvalho, que acrescentam ao vinho novos aromas e sabores, geralmente de especiarias, baunilha, coco, nozes, entre outros;
- 10. Engarrafamento:** É a última etapa do processo de vinificação. Depois de engarrafados, os vinhos são mantidos em repouso na vinícola pelo tempo que for necessário: dias, semanas, meses ou anos, com as condições e temperaturas adequadas (ROSS, 2016).

Para um correto armazenamento do vinho alguns passos são fundamentais, sendo eles: a temperatura, a iluminação, a posição que a garrafa será armazenada, a umidade do ar e o tempo de armazenamento.

A temperatura ideal para armazenar o vinho é de 12 °C a 14 °C, se a temperatura for mais baixa que isso não vai prejudicar o vinho, apenas retardar o envelhecimento dele. Porém se atingir temperaturas maiores que 25 °C, o vinho pode começar a oxidar e deteriorar-se por completo. A umidade pode influenciar negativamente a qualidade do vinho, umidades muito baixas podem ressecar a rolha e permitir a entrada de oxigênio, degradando completamente o vinho, a umidade ideal é entre 65% a 75%. O ideal é que o vinho seja armazenado em local escuro, protegido da iluminação solar e até a artificial, armazenados na posição horizontal, evitando movimentações e vibrações.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

O desenvolvimento da pesquisa se deu através de um compilado da revisão bibliográfica de artigos, monografias, teses, dissertações, livros e sites da internet sobre a fermentação alcoólica e sua aplicação na produção de bebidas alcoólicas destiladas e bebidas fermentadas, podendo ser classificada como uma pesquisa bibliográfica de caráter descritivo. A metodologia foi dividida em etapas, sendo apresentado primeiro a definição de fermentação, posteriormente a definição de bebidas alcoólicas com seus tipos e exemplos, e por fim apresentando o processo produtivo de duas principais bebidas alcoólicas: a cerveja e o vinho.

Reforça-se que a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em materiais já elaborados, em sua maioria realizada por artigos científicos e livros. Em todos os tipos de pesquisas há uma parte de pesquisa bibliográfica, porém há pesquisas que se dedicam exclusivamente ao levantamento bibliográfico sobre um determinado tema, sendo, portanto, uma pesquisa descritiva, com base em uma estratégia documental. Esse tipo de pesquisa não é apenas uma repetição do que já foi divulgado ou escrito, mas sim, proporciona a compreensão de um tema sob uma nova abordagem, chegando a novas conclusões e despertando o interesse para novos conhecimentos (GIL, 2002).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizado levantamento bibliográfico no período que vai do ano de 1996 até 2021, onde se observou a relação das bebidas alcoólicas fermentadas e destiladas, que são bebidas alcoólicas que se diferenciam apenas pela etapa de destilação que é realizada apenas na produção de bebidas alcoólicas destiladas.

Os dados obtidos na produção de cerveja mostram que os países que mais produzem cerveja no mundo são: China, Estados Unidos, Brasil, Rússia e Alemanha. (CERVESIA, 2015). E os maiores consumidores são: República Tcheca, Áustria, Alemanha, Irlanda e Polônia, respectivamente (KOMAR, 2021).

De acordo com os dados obtidos a cerca da produção de vinho, os principais produtores de vinho em todo o mundo são: França, Itália, Espanha, Estados Unidos e Argentina. Atualmente, três países produzem cerca da metade do vinho consumido em todo o mundo: Itália, França e Espanha e, que somam 53% da produção mundial, considerando os números referentes a 2020 (WINEPEDIA). A figura 10 (p. 44) mostra os maiores produtores mundiais de vinho.

Figura 10 - Produtores mundiais de vinho em 2020.

<i>mhl</i>	2016	2017	2018	2019 Prov.	2020 Prel.	2020/2019 % Var.
Italy	50.9	42.5	54.8	47.5	49.1	3%
France	45.4	36.4	49.2	42.2	46.6	11%
Spain	39.7	32.5	44.9	33.7	40.7	21%
USA	24.9	24.5	26.1	25.6	22.8	-11%
Argentina	9.4	11.8	14.5	13.0	10.8	-17%
Australia	13.1	13.7	12.7	12.0	10.6	-11%
South Africa	10.5	10.8	9.5	9.7	10.4	7%
Chile	10.1	9.5	12.9	11.9	10.3	-13%
Germany	9.0	7.5	10.3	8.2	8.4	2%
China	13.2	11.6	9.3	7.8	6.6	-16%
Portugal	6.0	6.7	6.1	6.5	6.4	-2%
Russia	5.2	4.5	4.3	4.6	4.4	-4%
Romania	3.3	4.3	5.1	3.8	3.6	-7%
New Zealand	3.1	2.9	3.0	3.0	3.3	11%
Hungary	2.5	2.5	3.6	2.7	2.4	-12%
Austria	2.0	2.5	2.8	2.5	2.4	-3%
Greece	2.5	2.6	2.2	2.4	2.3	-6%
Brazil	1.3	3.6	3.1	2.0	1.9	-5%
Georgia	0.9	1.0	1.7	1.8	1.8	2%
Other countries	16.8	16.5	18.1	16.6	15.4	-7%
World total	270	248	294	258	260	1%

Fonte: <https://vaocubo.com/2021/04/24/wineproduction2020/>

O consumo de vinho continua sendo bastante regionalizado. Apesar do vinho ser consumido em 200 países, os cinco primeiros países da figura 11 (p. 45) representam quase 50% do consumo no mundo.

Figura 11 - Consumidores de vinho no mundo em 2020.

<i>mhl</i>	2016	2017	2018.	2019 Prov.	2020 Prel.	2020/2019 % Var	2020 % world
USA	31.3	31.5	32.4	33.0	33.0	0.0%	14%
France	28.3	28.6	26.0	24.7	24.7	0.0%	11%
Italy	22.4	22.6	22.4	22.8	24.5	7.5%	10%
Germany	20.2	19.7	20.0	19.8	19.8	0.2%	8%
UK	12.9	13.1	12.9	13.0	13.3	2.2%	6%
China	19.2	19.3	17.6	15.0	12.4	-17.4%	5%
Russia	10.1	10.4	9.9	10.0	10.3	3.0%	4%
Spain	9.9	10.5	10.9	10.3	9.6	-6.8%	4%
Argentina	9.4	8.9	8.4	8.9	9.4	6.5%	4%
Australia	5.4	5.9	6.0	5.9	5.7	-3.7%	2%
Portugal	4.7	5.2	5.1	4.6	4.6	-0.6%	2%
Canada	5.0	5.0	4.9	4.7	4.4	-6.0%	2%
Brazil	3.1	3.3	3.3	3.6	4.3	18.4%	2%
Romania	3.8	4.1	3.9	3.9	3.8	-1.9%	2%
Netherlands	3.6	3.7	3.6	3.5	3.5	-0.3%	1%
Japan	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	-0.8%	1%
South Africa	4.4	4.5	4.3	3.9	3.1	-19.4%	1%
Switzerland	2.7	2.7	2.6	2.7	2.6	-1.6%	1%
Belgium	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	-3.1%	1%
Austria	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2%	1%
Sweden	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	-2.3%	1%
Czech Republic	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0%	1%
Other countries	34.8	33.1	37.3	37.7	32.2	-14.7%	14%
World total	244	246	244	241	234	-2.8%	100%

Fonte: <https://vaocubo.com/2021/04/24/wineproduction2020/>

A cerveja e o vinho, apesar de serem bebidas alcoólicas antagônicas, possuem muitas semelhanças, ambas as bebidas são de tradição milenar, registros históricos indicam que tanto a cerveja como o vinho surgiram por volta de 8.000 a.C., são consideradas as bebidas alcoólicas mais antigas produzidas pelo homem. Outro ponto em comum é o fato de passarem pela etapa de fermentação durante o processo de produção, cada tipo de cerveja e vinho demanda um formato distinto de elaboração.

A cerveja demanda mais ingredientes que o vinho, o vinho é elaborado pelo mosto da uva, e os insumos principais da cerveja são, água, malte, lúpulo e levedura. Os ingredientes da cerveja podem ser transportados e estocados em todo o mundo, enquanto a uva, ingrediente principal da produção de vinho, que tem que ser cultivada

o ano inteiro e colhida no momento certo. Uma indústria de cerveja pode ser instalada em qualquer lugar, enquanto uma vinícola precisa funcionar perto de um vinhedo.

Após descrever e analisar os processos produtivos da cerveja e do vinho, observou-se que para produção do vinho, o processo fermentativo é mais simples em comparação a produção da cerveja, pois o substrato a ser fermentado é o suco de uma fruta. O processo para obtenção da cerveja é mais complexo, pois envolve o amido, uma vez que as leveduras não conseguem realizar a fermentação diretamente, precisando da ação de enzimas para transformar o amido em açúcares fermentescíveis.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do levantamento bibliográfico feito nesse trabalho, evidenciou-se a extrema importância que a fermentação alcoólica possui no desenvolvimento da sociedade, e que está sempre presente no cotidiano das pessoas do mundo todo, seja através da cerveja ou da vodca, do vinho ou da cachaça, entre outros. As bebidas alcoólicas trazem inúmeros benefícios para a saúde, se consumidas com moderação e produzidas com qualidade, por isso o conhecimento acerca do assunto é de fundamental importância para desenvolver hábitos saudáveis.

Com o apanhado bibliográfico sobre o tema, também foi possível descrever as etapas do processo produtivo tanto da cerveja como do vinho, bebidas que seus desenvolvimentos se confundem com a própria história da humanidade. Além disso, através da análise comparativa entre as bebidas alcoólicas fermentadas e destiladas foi possível notar que a diferenciação entre esses tipos de bebidas ocorre a partir da etapa de destilação.

REFERÊNCIAS

AMBEV. 25 de março de 2019. **Conheça os diferentes tipos de cerveja**. Disponível em: <<https://www.ambev.com.br/blog/categoria/cerveja/conheca-os-diferentes-tipos-de-cerveja/>>. Acesso em 09 jan.2022.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A. **Biotecnologia Industrial – Biotecnologia na Produção de alimentos**. Vol. 4 Editora Edgard Blucher, 2008.

ARAUJO, Sidney Lucas Monteiro De. **Estudo da Produção de Aguardente Composta por Polpa de Caju e Caldo de Cana**. 2019. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

BARBOSA, Edson. Vinitude Clube dos Vinhos. **A história do vinho: A bebida que foi além das civilizações**. Disponível em: <<https://www.clubedosvinhos.com.br/historia-do-vinho/>>. Acesso em: 10 jan.2022.

BELTRAN, Maria Helena Roxo. Destilação: a arte de “extrair virtudes”. **Química nova na escola**, v. 4, p. 24-27, 1996.

BRASIL. **Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm>. Acesso em: 11 dez. 2021.

CAETANO, Rafael Rodrigo Resende et al. **Bebidas alcoólicas e sua ecologia: impactos históricos e sociais desde o surgimento até a atualidade**. 2018. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2018.

CENPRE. 03 de junho de 2013. **Álcool: conceito e histórico**. Disponível em: <<https://cenpre.furg.br/2-uncategorised/42-drogas-alcool-historico-e-informacoes-gerais>>. Acesso em: 05 dez. 2021.

CERVBRASIL – **Associação Brasileira da Indústria da Cerveja**. 2018. Disponível em: <<http://cervbrasil.org.br/>>. Acesso em: 11 jan. 2022.

CESAR, N.R. Corpo a Corpo. 31 de março de 2015. **Entenda as diferenças entre bebidas destiladas e fermentadas**. Disponível em: <<https://corpoacorporo.com.br/blogs/mulher-de-corpo/entenda-as-diferencas-entre-bebidas-destiladas-e-fermentadas/8179>>. Acesso em: 12 dez. 2021.

CORRÊA, Ana Carolina. **Qualidade da bebida destilada a partir do mosto combinado de malte de cevada e caldo de cana-de-açúcar**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2015.

- COSTA, Bárbara Nicomedes. **Fermentação alcoólica: principais aplicações e fatores que interferem no processo**. 2017. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Centro Universitário de Formiga, Formiga, 2017.
- DA SILVA SANTOS, Amanda et al. Aplicação da fermentação mista na produção de cervejas artesanais. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 1, p. 783-800, 2021.
- DE GÓES-FAVONI, Silvana Pedroso et al. Fermentação alcoólica na produção de etanol e os fatores determinantes do rendimento. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 4, p. 285-296, 2018.
- DE OLIVEIRA, Nayara Aline Muniz. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja**. 2011. 45 f. Monografia (Especialista em Microbiologia Ambiental e Industrial) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- EALI. 29 de abril de 2020. **Destilação e fermentação na produção de bebidas: quais as diferenças**. Disponível em: <<https://www.eali.com.br/post/destilação-e-fermentação-na-produção-de-bebidas-quais-as-diferenças>>. Acesso em: 01 dez. 2021.
- EVANGELISTA, José. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.
- FIGUEIRÊDO, Antonio Fábio Reis et al. **Seleção de leveduras e produção de cerveja artesanal suplementada com selênio**. 2017. 114 f. Tese de Doutorado (Doutor em Biotecnologia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2017.
- FONSECA, Sophia Sampaio. **Projeto de destilação do álcool neutro para a produção de bebidas alcoólicas retificadas**. 2020. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020.
- GAUTO, Marcelo Antunes. ROSA, Gilber Ricardo. **Processos e operações unitárias da indústria química**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2011.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª Ed. São Paulo, Atlas: 2008.
- GÓES-FAVONI, S. P.; MONTEIRO, A. C. C.; DORTA, C.; CRIPPA, M. G.; SHIGEMATSU, E. Fermentação alcoólica na produção de etanol e os fatores determinantes do rendimento. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.4, p.285-296, 2018.
- HOELZ, Isabela dos Santos; AZEVEDO, Raul Siqueira de. **Análise teórico-experimental de processos de fermentação para produção de cerveja**. 2019.

71f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019.

JORNAL DO PLANALTO. 20 de outubro de 2019. **Memória da destilação**. Disponível em: <<https://jornaldoplanalto.com.br/memoria-da-destilacao/>>. Acesso em 01 dez.2021.

JUNIOR, Amaro AD; VIEIRA, Antonia G.; FERREIRA, Taciano P. Processo de produção de cerveja. **Revista Processos Químicos**, v. 3, n. 6, p. 61-71, 2009.

KASVI. 06 de agosto de 2021. **Fermentação: como a microbiologia está presente na cerveja**. Disponível em: <<https://kasvi.com.br/fermentacao-a-microbiologia-da-cerveja/>>. Acesso em 20 dez.2021.

KATZ, Sandor Ellix. **A arte da fermentação**. Pioneira Editorial LTDA-Edições Tapioca, 2017.

KOMAR, Ana Paula. 03 de outubro de 2021. **Nação Cervejeira**. Disponível em: <https://www.clubedomalte.com.br/blog/curiosidades/conheca-os-10-paises-que-mais-tomam-cerveja-no-mundo/>. Acesso em: 09 fev.2022.

LEAL, João Paulo. Destilação. **Revista de Ciência Elementar**, v. 3, n. 1, 2015.

LENNINGER, Albert Lester. **Princípios de bioquímica**. 6ª ed. São Paulo: SARVIER, 2014.

LIMA, Luciana Leite de Andrade; MELO FILHO, Artur Bibiano de. **Tecnologia de bebidas**. 1 ed. Recife: EDUFRPE, 2011. ISBN 978-85-7946-089-0.

LUVISON. 20 de janeiro de 2021. **Processo de produção do vinho tinto**. Disponível em: <<http://www.luvison.com.br/site/noticia/processo-de-producao-do-vinho-tinto>>. Acesso em 13 jan.2022.

MACEDO, Francisca Liliane de et al. **Processo de fermentação alcoólica: um tema gerador para o ensino de química**. 2010. 95 f. Monografia (Licenciatura em Química) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2010.

MÜLLER, Carlos Vitor. **O controle oficial de fraudes em cerveja no Brasil: estudo de caso**. 2018. 63 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Químicas e Biológicas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

PACHECO, Thályta Fraga et al. **Fermentação alcoólica com leveduras de características floculantes em reator tipo torre com escoamento ascendente**. 2010. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

PENNA, Neidi Garcia; HECKTHEUER, Luísa Helena Rychecki. Vinho e saúde: uma revisão. **Infarma**, v. 16, n. 1-2, p. 64-7, 2004.

PEREIRA, Danilo Aparecido; VIEIRA, Rita de Cássia Macri; GIMENEZ, Alex Zerbini. FATORES QUE AFETAM A FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA. **Ciência & Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 44-55, 2020.

PHILLIPS, Rod. **Uma breve história do vinho**. Editora Record, 2020.

ROBERTO, João. 14 de dezembro de 2012. Revide. **Clarificação e estabilização do vinho**. Disponível em: <<https://www.revide.com.br/blog/joao-roberto/clarificacao-e-estabilizacao-do-vinho/>>. Acesso em: 22 jan.2022.

ROSA, Natasha Aguiar; AFONSO, Júlio Carlos. A química da cerveja. **Revista Química Nova. São Paulo**, v. 37, p. 98-105, 2015.

ROSS, Thiago, 22 de novembro de 2016. Vida e Vinho. **Como o Vinho é Feito: Conheça as 8 Etapas do Processo de Produção do Vinho**. Disponível em: <<https://vidaevinho.com/processo-de-producao-do-vinho-2/>>. Acesso em: 10 jan.2022.

SABE TUDO. **Saiba Como É Feito O Vinho**. Disponível em: <<https://sabetudo.net/saiba-como-feito-vinho.html>>. Acesso: 07 jan. 2022.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. "**O que é lúpulo?**", *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-e-lupulo.htm>. Acesso em 10 de janeiro de 2022.

SATAKE, Cíntia Yuka. **Incorporação do trans-resveratrol em sistemas nanoestruturados: avaliação das ações antioxidante e despigmentante in vitro**. 2013. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia-Bioquímica) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2013.

SILVA, Marlon Vinício Pinheiro da. **Comportamento da fermentação alcoólica para produção de cachaça com e sem controle da temperatura em diferentes concentrações de brix e pH**. 2019. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Produção Sucroalcooleira) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

SIMÕES, Lucas. 13 de setembro de 2018. Família Valduga Co. **Entenda mais sobre o processo de vinificação**. Disponível em: <<https://blog.famigliavalduga.com.br/entenda-mais-sobre-o-processo-de-vinificacao/>>. Acesso em: 23 jan. 2022.

SINDICERV – **Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja** - Disponível em: <http://www.sindicerv.com.br/cerveja-saude.php>. Acesso em: 15 dez. 2021.

SOUSA, JLU de; MONTEIRO, R. A. B. Fatores interferentes na fermentação alcoólica para a produção de etanol. **FAZU em Revista**, n. 08, 2012.

SOUZA, L.A. **Bebidas destiladas e fermentadas**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/curiosidades/bebidas-destiladas-fermentadas.htm>> Acesso em 12 dez. 2021.

SOUZA, Líria Alves de. "**Destilação e Fermentação na produção de bebidas**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/destilacao-fermentacao-na-producao-bebidas.htm>. Acesso em 10 de dez. 2021.

V AO CUBO. 24 de abril de 2021. **Produção Mundial de Vinhos x Consumo Global em 2020**. Disponível em: <<https://vaocubo.com/2021/04/24/wineproduction2020/>>. Acesso: 11 jan. 2022.

VANIN, José Atílio. **Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. Editora Blucher, 2018.

VIAVINI. **História do vinho: como surgiu e como é feita a bebida mais desejada**. Disponível em: <<https://www.viavini.com.br/blog-de-vinhos/historia-do-vinho-como-surgiu-e-como-e-feita-a-bebida-mais-desejada/>>. Acesso em: 05 jan. 2022.

VIEIRA, Anderson Eduardo de Oliveira et al. **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, Belém, 2015.

VINITUDE. 2015. **Clube dos Vinhos**. Disponível em: <<https://www.clubedosvinhos.com.br/afinamento-o-fino-do-vinho/>>. Acesso em: 20 jan 2022.

WINEPEDIA. 27 de outubro de 2021. **Conheça mais sobre os principais países produtores de vinho do mundo**. Disponível em: <https://www.wine.com.br/winepedia/enoturismo/produtores-de-vinho-mundo/>. Acesso em: 13 jan.2022.

YEASTLAB. 2018. **Você conhece as fases da fermentação de sua cerveja?** Disponível em: <<http://www.yeastlab.com.br/destaques/voce-conhece-as-fases-da-fermentacao-de-sua-cerveja>>. Acesso em 20 dez. 2021.