



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
CURSO DE BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

FRANCISCO LUCAS MORAIS MORENO

**A FORMULAÇÃO QUÍMICA DAS BEBIDAS ALCOÓLICAS E SUAS
ESPECIFICIDADES**

PAU DOS FERROS

2022

FRANCISCO LUCAS MORAIS MORENO

**A FORMULAÇÃO QUÍMICA DAS BEBIDAS ALCOÓLICAS E SUAS
ESPECIFICIDADES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Shirlene Kelly Santos
Carmo

PAU DOS FERROS

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M843f Moreno, Francisco Lucas Moraes .
A FORMULAÇÃO QUÍMICA DAS BEBIDAS ALCÓOLICAS E
SUAS ESPECIFICIDADES / Francisco Lucas Moraes
Moreno. - 2022.
63 f. : il.

Orientador: Shirlene Kelly Santos Carmo.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. Bebidas Alcoólicas. 2. Covid-19. 3. Riscos à
saúde. 4. Destilados. 5. Fermentados alcoólicos.
I. Carmo, Shirlene Kelly Santos, orient. II.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 1115

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

FRANCISCO LUCAS MORAIS MORENO

**A FORMULAÇÃO QUÍMICA DAS BEBIDAS ALCOÓLICAS E SUAS
ESPECIFICIDADES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: ____ / ____ / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Shirlene Kelly Santos Carmo, Profa. Dra. (UFERSA)
Presidente

José Mariano da Silva Neto, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Aline Mara Maria Bessa, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Permita-se! Sempre usei essa palavra para descrever quem sou e direcionar minhas decisões, sejam elas fáceis ou difíceis.

Permitir-se a que?

Permitir-se a qualquer coisa, permitir-se a o que você quer ser, ao que você quer ter e permitir-se a chegar onde você quer chegar. Porém sempre entendi que não adianta esperar pelas voltas que o mundo dá, se você não se permite a sair do lugar.

Então se permitindo a sair do lugar, eu busquei meu autoconhecimento de entender que a trajetória não seria fácil, que tudo dependeria apenas do quanto eu estava disposto a tentar, e não me abalar com as dificuldades, sabendo que haveria dias que o descontentamento iria vir à tona. Porém quando esse sentimento me atingiu, lembrei-me de que não estava sozinho, minha família estava lá para apoiar e orientar qualquer decisão que eu me visse tomando. Como resultado, sou grato a todos vocês hoje por tudo.

Em primeiro lugar, quero agradecer a Deus por me dar o dom da vida, por me proteger e por me guiar até aqui. Recentemente, tenho me aproximado mais de Deus e agora o sinto trabalhando em minha vida de todas as maneiras possíveis. Sem ele, eu não sou nada.

Agradeço à minha família, principalmente aos meus pais Meiriane e Flaviano, que em nenhum momento pensaram em me deixar desistir apesar das dificuldades. Gostaria de agradecer especialmente à minha mãe, que nos últimos anos tem sido minha mãe e pai. Ela tem trabalhado incansavelmente para que nada me falte e, apesar de estar longe e enfrentar muitas dificuldades, tem cuidado de seu filho, lembrando-se sempre de mencioná-lo em suas orações. Aos meus irmãos Vinicius e Mateus, sou grato por quem são e sempre estarei com eles. A minha cunhada Tercia, que junto de meu irmão, me proporcionou uma das maiores alegrias que já senti na vida, que foi o nascimento dos meus dois sobrinhos, Maria Laura e Jose Vinicius, titio ama vocês.

Agradeço a Bruna Dantas, ter você comigo tornou tudo mais fácil, você foi fundamental para que tudo isso pode-se realizar, agradeço por tudo meu amor.

A Prof^a Shirlene Kelly, que me deu o imenso prazer de aceitar ser minha orientadora, obrigada pela paciência. Como mencionei anteriormente, você foi uma das principais influências para que eu percebesse que precisava me esforçar mais para alcançar meus objetivos, porque o caminho mais fácil nem sempre é aquele que leva a eles. E por fim, agradeço por acreditar em mim e por tudo que me ensinou ao longo desse período.

*“Não importa aonde você parou
Em que momento da vida você cansou
O que importa é que sempre é possível e necessário recomeçar
Recomeçar é dar uma chance a si mesmo
É renovar as esperanças na vida e o mais importante
Acreditar em você de novo”.*

Carlos Drumond de Andrade

RESUMO

O setor de bebidas alcoólicas no Brasil, tem crescido ano após ano, constituindo um importante setor da indústria de transformação, tendo obtido faturamento de 137,0 bilhões em 2019, o que é equivalente a 1,9% do PIB brasileiro daquele ano e 4,8% do valor bruto da produção da indústria de transformação. O Brasil está classificado atualmente na 3ª colocação no mundo em produção e consumo de bebidas alcoólicas, ficando atrás apenas dos EUA e China. Somado a esse crescimento, as mudanças de hábito quanto ao consumo de bebidas alcoólicas, vêm impactando o setor, principalmente, na busca por bebidas de maior qualidade. Em torno da qualidade da bebida, além de propiciar um maior grau de satisfação ao consumidor, possibilita a este, uma menor exposição a componentes indesejados na bebida, que poderia levá-lo à riscos, como problemas de saúde ou até a morte. Dessa forma, este trabalho visou compreender as principais características das bebidas alcoólicas, evidenciando sua história, suas especificidades quanto a sua composição química, processos de produção, padrões de consumo, excessos e efeitos ao organismo causados por seus compostos secundários. A metodologia baseou-se em um estudo exploratório cuja coleta de dados se deu por meio do levantamento bibliográfico. Como resultados principais, através desse estudo pode-se observar os fatores e condições de processo que contribuem para uma bebida de melhor qualidade, assim como, os riscos que compostos secundários indesejados formados durante o processo, podem ocasionar à saúde.

Palavras Chave: Bebidas Alcoólicas; Covid-19; Riscos à saúde; Destilados; Fermentados alcoólicos

ABSTRACT

The alcoholic beverage sector in Brazil has grown year after year, constituting an important sector of the manufacturing industry, having obtained revenues of 137.0 billion in 2019, which is equivalent to 1.9% of the Brazilian GDP that year and 4.8% of the gross production value of the manufacturing industry. Brazil is the third largest production and consumption of alcoholic beverages in the world, behind only the USA and China. Added to this growth, changes in habits regarding the consumption of alcoholic beverages have been impacting the sector, mainly in the search for higher quality beverages. Regarding the quality of the drink, in addition to providing a greater degree of satisfaction to the consumer, it allows for less exposure to unwanted components in the drink, which could lead to risks, such as health problems or death. Thus, this work aimed to understand the main characteristics of alcoholic beverages, highlighting their history, their specificities regarding their chemical composition, production processes, consumption patterns, excesses and effects on the body caused by their by-products. The methodology based on an exploratory study whose data collection took place through a bibliographic survey. As main results, through this study, it is possible to observe the factors and process conditions that contribute to a better quality drink, as well as the risks that unwanted by-products formed during the process can cause to health.

Keywords: Alcoholic beverages; Covid-19; Health risks; Spirits; alcoholic fermented

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Prevalência de consumo de álcool por adultos	23
Figura 2. Fluxograma dos tipos de bebidas alcoólicas	27
Figura 3. Estrutura química da maltose, carboidrato presente no grão da cevada.	30
Figura 4. Estrutura química do lúpulo	30
Figura 5. Fluxograma do Processo Cervejeiro.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição de congêneres nas principais bebidas destiladas	21
Tabela 2. Classificação quanto à Proporção de Matérias-Primas	32
Tabela 3. Classificação quanto ao Teor Alcoólico	33
Tabela 4. Classificação quanto à Cor	33
Tabela 5. Parâmetros Analíticos	33
Tabela 6. Classificação quanto ao Extrato Primitivo ou Original.....	34
Tabela 7: Melhores condições para o processo das bebidas alcoólicas	48
Tabela 8: Compostos secundários presentes na cachaça.....	50
Tabela 9: Teor dos compostos secundários	51

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E TERMOS

ALE – Cervejas de alta fermentação.

LAGER – Cervejas de baixa fermentação.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Mosto – Solução de açúcar determinada por ação de enzimas, que é fervida antes da fermentação. É obtido por métodos de brasagem ou maceração.

pH – potencial Hidrogeniônico.

Trub – Sedimento localizado no fundo do caldeirão.

INCA – Instituto Nacional de Câncer

PIM-RF–Pesquisa industrial Mensal

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Problematização	16
2.	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo Geral	17
2.2	Objetivos Específicos.....	17
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
3.1	Historicidade das bebidas alcoólicas	18
3.2	Características das bebidas alcoólicas	19
3.3	Legislação sobre as Bebidas Alcoólicas	20
3.4	Aspectos gerais do consumo de bebidas alcoólicas no Brasil.....	21
3.5	Pandemia e sua influência no consumo do Álcool.....	25
3.6	Tipos das bebidas alcoólicas	26
3.6.1	Bebidas Fermentadas.....	28
3.6.1.1	<i>Cerveja.....</i>	29
3.6.1.2	<i>Cerveja Artesanal</i>	34
3.6.1.3	<i>Vinho.....</i>	37
3.6.1.4	<i>Sidra.....</i>	38
3.6.1.5	<i>Fermentado de Frutas.....</i>	39
3.6.2	Bebidas Destiladas	40
3.6.2.1	<i>Aguardente de Cana.....</i>	41
3.6.2.2	<i>Graspa</i>	43
3.6.2.3	<i>Rum</i>	44
3.6.2.4	<i>Uísque.....</i>	45
4.	METODOLOGIA.....	47
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
5.1	Parâmetros de processamento de bebidas alcoólicas	48
5.2	Produtos principais e compostos secundários indesejáveis na cachaça cerveja e vinho	49
5.3	Riscos na saúde ocasionados pelo uso dos compostos secundários.....	52
6.	Considerações finais.....	55
7.	REFERÊNCIA.....	56

1. INTRODUÇÃO

Uma das descobertas mais surpreendentes da história foi o surgimento das bebidas alcoólicas entre todas as etnias do mundo. As bebidas alcoólicas fazem parte da cultura humana há muitos séculos e eram tradicionalmente servidas durante rituais ou casamentos. Acreditava-se que os efeitos dessas bebidas eram obra dos deuses. O uso de bebidas alcoólicas era atribuído às suas divindades como sinal de força, segurança, bravura e inteligência. Por isso, algumas etnias consideram as bebidas alcoólicas como "bebidas espirituosas" (BUGLASS et al., 2011). Hieróglifos antigos retratam a venda, produção e distribuição de alguns tipos de bebidas que incluem o processo de fermentação.

Os processos de fermentação já eram utilizados pelo ser humano há cerca de dez mil anos. Desde então, diversas bebidas foram fabricadas pelos antigos egípcios, germanos e israelitas. Com o avanço da ciência e a tecnologia, surgiram-se melhorias nos métodos de produção de bebidas alcoólicas e a possibilidade de desenvolvimento de novas especiarias vindas do álcool (FERREIRA e MONTES, 1999).

A produção de bebidas alcoólicas foi desenvolvida desde os primórdios das civilizações há milhares de anos. O desenvolvimento tecnológico desta técnica ocorreu em conjunto com o desenvolvimento da sociedade. Como resultado desta evolução, uma nova geração de negócios envolvendo uma tradição de muitas regiões produtoras dessas bebidas, com preferência por vinhos europeus, renomadas cachaças brasileiras, tequilas do México, ales e cervejas belgas, além de outras bebidas (BRUNELLI, 2015).

A produção de bebidas alcoólicas abrange uma ampla gama, desde os pequenos produtores, os quais produzem localmente à moda antiga, até grandes cervejarias e destilarias automatizadas onde foram estabelecidos padrões para produtos de alta qualidade (FERREIRA e MONTES, 1999).

Embora cada bebida alcoólica possua propriedades únicas, como diferentes matérias-primas e teor alcoólico, todas elas compartilham uma origem básica, ou seja, todas são produtos do processo bioquímico conhecido como fermentação alcoólica. A reação química envolvida nesse processo baseia-se na ação de microrganismos (leveduras) sobre os açúcares de determinados alimentos, como os cereais e as frutas, produzindo etanol (C_2H_6O) e gás carbônico (CO_2). Dependendo do tipo de material

fermentável utilizado e do método utilizado para tratá-lo, essas bebidas alcoólicas podem ser divididas em duas classes: bebidas fermentadas não destiladas e bebidas destiladas (FOGAÇA, 2020).

As bebidas fermentadas não destiladas, diferenciam-se das destiladas porque possuem teores alcoólicos relativamente baixos, atingindo em seu máximo 15 °GL (15% álcool). Além disso, as bebidas alcoólicas não destiladas possuem sabor e cheiro característicos da matéria-prima e dos adjuntos utilizados no momento da fermentação. Já as bebidas fermentadas destiladas passam por um processo de destilação no qual há extração dos vapores do álcool que depois são condensados e recuperados, atribuindo à bebida, teores de álcool mais elevados.

Nesse sentido, esta pesquisa abordará uma análise mais detalhada sobre a produção de bebidas alcoólicas, levando em consideração os processos químicos envolvidos durante estas transformações, e as particularidades inerentes a cada uma delas.

1.1 Problematização

As bebidas alcoólicas apresentam em sua composição, etanol (C_2H_6O), como um dos principais componentes, além de outros compostos secundários que podem ser gerados durante o processo de produção. A exemplo, o metanol, considerado uma substância tóxica, se ingerido em composições elevadas, pode causar sérios danos à saúde do indivíduo. Dessa forma, a qualidade das bebidas alcoólicas evoluiu para um fator crucial que tem afetado a saúde e a mortalidade da população, devido especialmente, ao consumo de bebidas alcoólicas produzidas ilegalmente ou de forma caseira. Determinar como são produzidas, que permite obter um controle rigoroso das variáveis físicas do processo de forma a evitar a formação de produtos secundários ao processo fermentativo não sejam formados, e assim, a bebida possa apresentar características adequadas para o consumo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliação dos processos químicos na elaboração e riscos associados ao consumo de variados estilos de bebidas alcoólicas.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar as especificidades das matérias-primas e os processos químicos envolvidos na formulação das bebidas estudadas;
- Avaliação sobre os compostos secundários gerados na obtenção de bebidas alcoólicas;
- Avaliar as melhores condições de operação baseadas nos parâmetros de processos inerentes a cada bebida específica.
- Apresentar os principais riscos associados à saúde promovidos pelo consumo de bebidas alcoólicas fora dos padrões adequados por legislação.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 HISTORICIDADE DAS BEBIDAS ALCOÓLICAS

Desde a época antiga a contemporânea, há relatos de povos que conheceram técnicas de produção e uso de algum tipo de bebida alcoólica. Por exemplo, os egípcios deixaram registros das fases de produção e comercialização da cerveja e do vinho. Um componente vital dos sistemas sociais, religiosos, econômicos e médicos das antigas civilizações egípcia e mesopotâmica, o primeiro era considerado um presente dos deuses devido à sua capacidade "mágica" de causar um estado alterado de consciência. A civilização babilônica no Código de Hamurabi preocupou-se em regularizar o uso do álcool e impor medidas para coibir os excessos (AMOROSO, 2006).

De acordo com registros históricos e evidências antropológicas, americanos e africanos consumiam bebidas alcoólicas antes da chegada dos colonizadores europeus. Essas bebidas são fermentadas, produzidas internamente e contêm apenas uma pequena quantidade de álcool. (BRAUDEL, 1970)

As três principais bebidas consumidas na África eram: vinho de palma, vinho de dendê (o malafo) e vinhos feitos de mel de abelha. Os dois primeiros foram usados em vários contextos como bebidas, comércio de mercadorias e bebidas cerimoniais. Em Angola, por exemplo, o malafo serviu como símbolo do poder político e masculino (hidromel). Os indígenas, por outro lado, produziam e consumiam uma variedade de alimentos fermentados feitos de frutas, sementes, rizomas, seiva de palmeira e abelha mel (CARNEIRO, 2005)

O pulque no México, o guarapo e o sinisco, na América Central, a chicha no Peru, a aloja na Argentina e o cauim no Brasil são exemplos dos fermentados produzidos para as celebrações. Não havia entre esses povos o consumo cotidiano que dirigiam os ritmos da vida normal, a bebida era sempre função grupal, usado em comemorações e festividades (CARNEIRO, 2005)

Entendendo-se que o consumo de bebidas alcoólicas é uma prática condicionada por uma série de regras culturalmente específicas de consumo e comportamento que são aprendidas e reproduzidas. Essas regras normalmente servem como ferramentas para a construção de identidades, distinções e controle social do uso de álcool, definindo como, quando e onde beber, priorizando espaços e situações apropriados.

Para produzir suas bebidas alcoólicas nativas, as civilizações souberam fermentar uma variedade de diferentes tipos de substratos desde a antiguidade (SOLANGE et al., 2014). É provável que as primeiras bebidas tenham sido feitas a partir de substratos açucarados, como sucos de frutas, pois isso requer apenas que o suco entre em contato com a levedura selvagem presente na superfície do próprio fruto (DHAR et al., 2013).

3.2 CARACTERÍSTICAS DAS BEBIDAS ALCOÓLICAS

Bebidas alcoólicas são aquelas que possuem etanol (C_2H_6O) em sua composição química. No que diz respeito à produção, é possível distinguir as bebidas alcoólicas entre as produzidas apenas por fermentação alcoólica, como o vinho, cerveja, cidra, hidromel e o saquê, em que o teor alcoólico não excede $15C^\circ$, e as produzidas por destilação, normalmente a partir de um produto da fermentação anterior (SHIROMA et al., 2014).

Entre estes últimos estão os diferentes tipos de bebidas como a aguardente, uísque, tequila, vodca, gin, cachaça, pisco, rum entre outros. Essas bebidas distinguem-se entre si, pelo método em que são obtidas. Os métodos convencionais de fermentação, sejam contínuos ou descontínuos, empregam células suspensas e apresentam resultados de produtividade de baixo rendimento.

Além do C_2H_6O , constituinte principal de uma bebida alcoólica, outros compostos também produzidos no processo, podem beneficiar ou interferir na qualidade do produto, o que inclui, dióxido de enxofre (SO_2), pigmentos, corantes, carboidratos, adoçantes, ácidos, compostos orgânicos voláteis, compostos feno líticos (principalmente aminas, aminoácidos e proteínas), minerais, vitaminas, dióxido de carbono (CO_2) (para bebidas carbonatadas) e conservantes (BUGLASS, 2014). A composição química de uma bebida depende do seu tipo, bem como da tecnologia utilizada para obtê-la. Por exemplo, os níveis de aldeído são mais baixos na cerveja não pasteurizada do que na cerveja pasteurizada (ARAÚJO et al., 2011).

Os ingredientes iniciais da maioria das bebidas alcoólicas são C_2H_6O e água, ficando de fora aquelas com alto teor de açúcar. O C_2H_6O são compostos secundários da fermentação de hidratos de (CO_2) obtido pela levedura. O nível de álcool varia dependendo do tipo de bebida de 3% a 45%. O teor alcoólico deve ser definido nas bebidas alcoólicas

comercialmente disponíveis, de forma a fornecer ao consumidor a informação que lhe seja adequada (BUGLASS et al., 2011).

Nas bebidas fermentadas é possível dentre os seus compostos secundários, encontrar compostos voláteis à base de carbonílicos alifáticos, como os álcoois, ácidos monocarboxílicos e seus ésteres, hidrocarbonetos, compostos terpênicos, compostos heterocíclicos e compostos aromáticos, que são alguns destes compostos orgânicos voláteis (GUADALUPE et al., 2007; ARAÚJO et al., 2011; ZHAO et al., 2017).

Os compostos secundários não voláteis das bebidas alcoólicas incluem açúcares, não fermentados, ácidos carboxílicos di e trifásicos, substâncias corantes, substâncias tânicas e polifenólicas e sais inorgânicos (BUGLASS et al., 2011).

3.3 LEGISLAÇÃO SOBRE AS BEBIDAS ALCOÓLICAS

O Decreto n. 6.871 (BRASIL, 2009) de 4 de junho de 2009 regulamenta a Lei n. 8.919 de 14 de julho de 1994, a qual dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. A fim de padronizar as bebidas alcoólicas, a seção III destina-se às bebidas alcoólicas fermentadas, no seu artigo 36 define cerveja como: “(...) bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo” (BRASIL, 2009, p.12).

A composição química das bebidas alcoólicas destiladas varia de acordo com o tipo de bebida e o método de produção utilizado. Algumas das substâncias mais notáveis são o metanol (CH_4O), os ácidos, incluindo ácido acético ($C_2H_4O_2$), os ésteres como acetato de etila ($C_4H_8O_2$), aldeídos entre eles o acetaldeído (C_2H_4O) e os álcoois superiores, geralmente conhecidos como óleo fúsel, como, propanol (C_3H_8O), isobutanol($C_4H_{10}O$) e álcool isoamílico ($C_5H_{12}O$), (LEAKE, 1971). As concentrações dessas substâncias nas principais bebidas destiladas são apresentadas na **Tabela 1**.

Tabela 1: Composição de congêneres nas principais bebidas destiladas

Máximo (mg/ml de álcool anidro)							
Bebidas Destiladas	Etanol Mín. (v/v %)	Etanol Máx. (v/v %)	Metanol	Ácidos	Ésteres	Aldeídos	Óleo Fúsel
Uísque	38	54	20	150	150	20	300
Gim	34	54	20	Coef. Congêneres máx de 50 mg/mL	Coef. Congêneres máx de 50 mg/mL	Coef. Congêneres máx de 50 mg/mL	Coef. Congêneres máx de 50 mg/mL
Vodca	36	54	20	Coef. Congêneres máx de 50 mg/mL	Coef. Congêneres máx de 50 mg/mL	Coef. Congêneres máx de 50 mg/mL	Coef. Congêneres máx de 50 mg/mL
Tequila	35	55	300	-	200	40	500
Conhaque	36	54	600	250	200	40	1000
Rum	35	54	200	150	200	20	260
Cachaça	38	48	20	150	200	30	360
Bebidas Fermentadas	-	-	-	-	-	-	-
Cerveja	4	10	-				
Vinho	19	20	0,35				
Fermentado de frutas	4	14	4,95				
sidra	15	35	-				

Fonte: Mapa, 2020.

3.4 ASPECTOS GERAIS DO CONSUMO DE BEBIDAS ALCOÓLICAS NO BRASIL

A produção de bebidas alcoólicas no Brasil, segundo dados da Pesquisa Industrial Anual Produto (PIA Produto) do IBGE (2021), atualizados até 2020 (com uso da PIM-PF), mostram que, após um decréscimo que coincidiu com a crise econômica brasileira e permaneceu até 2017, a produção de bebidas alcoólicas iniciou uma retomada em 2018, apresentando crescimento da produção até então, mesmo com o advento da pandemia da Covid-19 em 2020.

O consumo de bebidas alcoólicas é contínuo e comum na sociedade brasileira. Os dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) mostram um consumo médio per capita mundial de 6,4 L de álcool puro, no ano de 2016 (OMS/CISA, 2018). O consumo estimado em 2016 no Brasil foi de 7,8 L de álcool puro per capita.

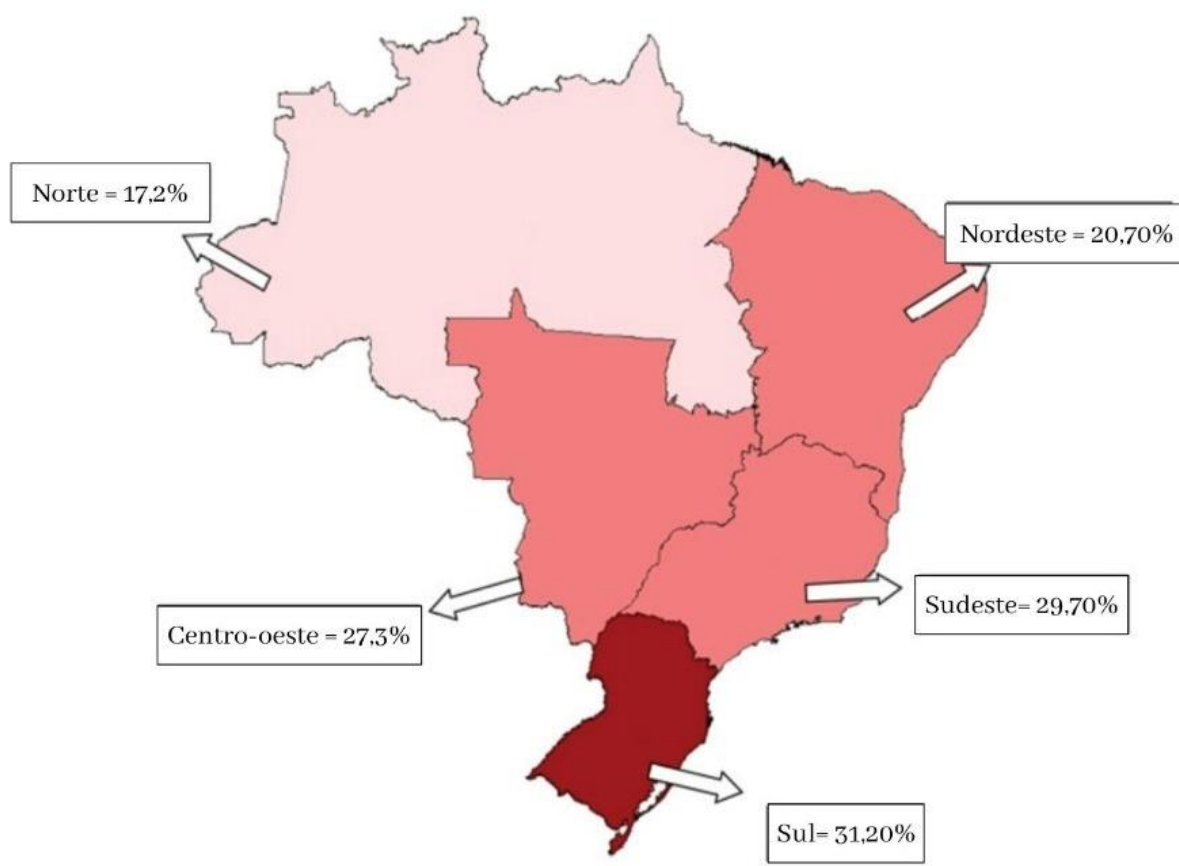
O tipo de bebida mais consumido no mundo é o álcool destilado (44,8%), seguido da cerveja (34,3%) e do vinho (11,7%). A bebida mais popular na região das Américas é a cerveja (53,8%), seguida do álcool destilado (31,7%) e do vinho (13,5%). A sequência é a mesma no Brasil, embora as proporções sejam um pouco diferentes: 34% destilados, 62% cerveja e 3% vinho (OMS/CISA, 2018).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), divulgada pelo IBGE, as bebidas alcoólicas estão sendo mais consumidas pelos brasileiros. Melhor ainda, as brasileiras: 17% das mulheres adultas relataram beber uma ou mais vezes por semana em 2019. O índice é 4,1 pontos percentuais maior do que em 2013 (12,9%). Devido a este aumento de mulheres bebedoras, 26,4% da população adulta admitiu fazê-lo semanalmente em 2019, contra 23,9% em 2013 (BELANDI, 2020).

A variação entre os homens não foi tão significativa, passando de 36,3% para 37,1% entre 2013 e 2019. No comparativo faixa etária (ambos os sexos), os adultos de 25 a 39 anos constituíram o maior percentual dos que usaram álcool pelo menos uma vez por semana (31%) seguido de perto por adultos jovens (18 a 24 anos) (30%). Apenas 17% dos idosos com 60 anos ou mais no Brasil consomem álcool, o grupo com os piores resultados (BELANDI, 2020).

A prevalência de consumo, em todos os padrões, apresenta diferenças regionais, com expressivo aumento no percentual de consumo da Região Sul em comparação com as demais Regiões no qual podemos notar na **Figura 1**.

Figura 1. Prevalência de consumo de álcool por adultos



Fonte: adaptado de IBGE (2019)

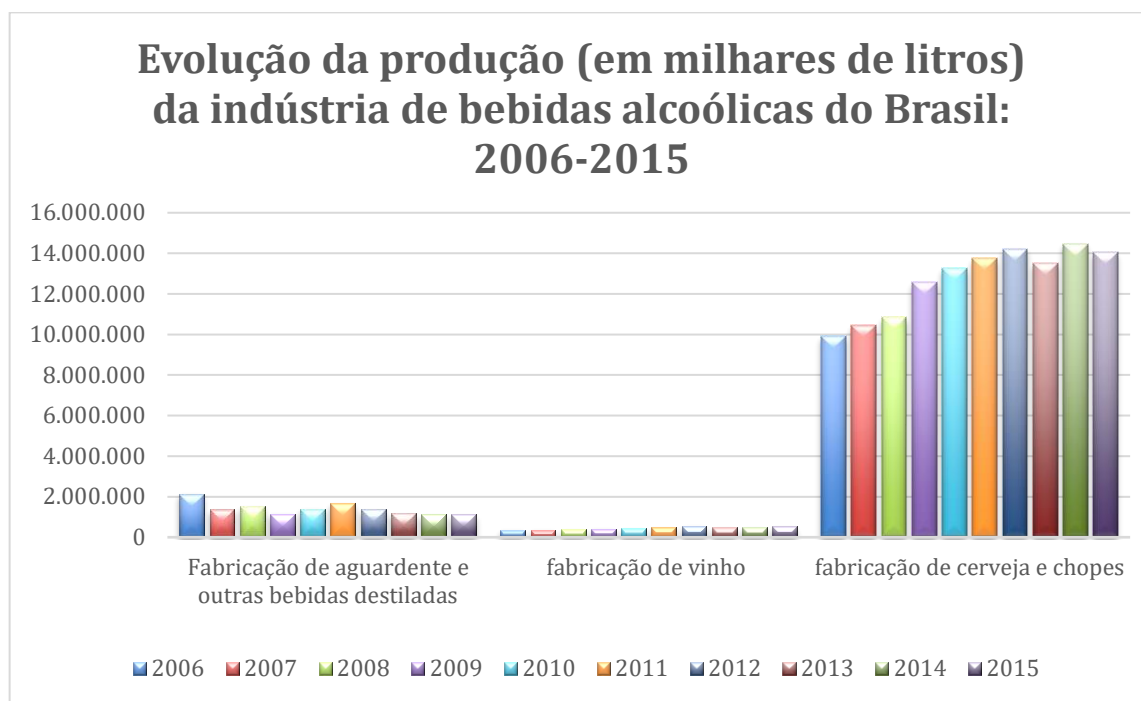
No Brasil, a cerveja se destaca entre as bebidas alcoólicas, respondendo por mais de 90% de todas as mortes relacionadas ao álcool. (EUROMONITOR INTERNACIONAL, 2018).

A indústria global de bebidas alcoólicas também tem importância significativa em várias nações. Devido à presença de várias empresas locais, internacionais e de grande porte com operações em todo o mundo, o mercado é extremamente competitivo e a concorrência aumentou, com preço e diferenciação de produtos servindo como os principais determinantes do sucesso. A necessidade de novos sabores e o recente aumento da conscientização do público em relação ao consumo de produtos saudáveis obrigaram as empresas a introduzir novos produtos com mais frequência (TECHNAVIO, 2017)

Os dados da Pesquisa Industrial Anual Produto (PIA Produto) do IBGE (2018), que abrangem os anos de 2006 a 2015 (os dados mais recentes disponíveis), observados no

(Gráfico 1), mostram um aumento consistente na produção de bebidas alcoólicas até 2012, seguido por uma queda em 2013, uma recuperação em 2014 e uma nova queda em 2015. A produção de cerveja e vinho se destaca bastante, respondendo por 89,4% do volume total produzido em litros em 2015.

Gráfico 1. Evolução da produção (em milhares de litros) da indústria de bebidas alcoólicas do Brasil: 2006-2015



Fonte: IBGE (2018).

Nos últimos anos, o mercado mundial de bebidas alcoólicas teve um crescimento impressionante, impulsionado por uma série de fatores favoráveis. As pessoas estão explorando novas formas de entretenimento, como festas noturnas e passando mais tempo em bares, como resultado do crescimento da população urbana e do aumento da renda disponível nas economias emergentes. Além disso, jovens adultos com alta renda familiar, alta influência nas mídias sociais e fácil acesso a bebidas alcoólicas são outros fatores significativos que impulsionam as vendas de bebidas alcoólicas (VIANA, 2018).

Os produtores de bebidas alcoólicas estão sempre lançando novos produtos com sabores aprimorados. A curiosidade dos clientes está instigando-os a experimentar esses produtos, principalmente entre os milênicos¹, o que está afetando positivamente o

¹ A geração Y, também chamada geração do milênio, geração da internet, ou milênicos é um conceito em Sociologia que se refere à corte dos nascidos após o início da década de 1980 até, aproximadamente, o final do século.

mercado de bebidas alcoólicas. No entanto, de acordo com a *Transparency Market Research* (2018), o consumo excessivo de álcool, que prejudica a saúde, principalmente a saúde de adultos jovens, pode impedir a expansão do mercado de álcool.

3.5 PANDEMIA E SUA INFLUÊNCIA NO CONSUMO DO ÁLCOOL

A pandemia de COVID-19, causada pela contaminação do vírus denominado SARS-CoV-2, exigiu a implementação de intervenções de saúde pública que não fossem de base farmacêutica, e sim aquelas que visam o distanciamento físico (GARCIA, 2020). Diferentes táticas foram utilizadas nos países afetados, desde o isolamento de casos e contatos até o bloqueio total, proibindo o funcionamento de bares, restaurantes, pernoites entre outros (PETERSEN, 2020). Devido às restrições de funcionamento desses estabelecimentos, o consumo de álcool que antes ocorria em áreas públicas passou a ocorrer com maior frequência de forma privada, tornando a residência o local de escolha para essa rotina

Deve-se notar que o consumo de álcool está ligado a mais de 230 doenças e distúrbios, em decorrência dos efeitos do etanol, substância psicoativa, fortalecedora, cancerígena, imunossupressora, tóxica para células e tecidos e cancerígena. É uma dentre as principais substâncias impulsionadoras das causas de morte, correspondendo globalmente a 3 milhões de mortes anualmente (CLAY, 2020).

No início da pandemia, houve relatos falsos de que o consumo de álcool fornece alguma proteção contra o COVID-19 ou mataria o coronavírus. De acordo com esses relatórios, mais de 700 pessoas morreram na Irlanda depois de consumir álcool de fonte desconhecida que estava contaminado com metanol (SHOKOOHI, 2020). Incidentes semelhantes foram relatados na Costa Rica e na República Dominicana. Para proteger o público desse tipo de informação enganosa, a OMS divulgou um relatório alertando que o consumo de álcool não protege, de fato, contra o COVID-19 e, em vez disso, pode prejudicar a resposta do sistema imunológico (VIANA, 2020).

Foi levantada a questão do aumento do consumo de álcool decorrente da ansiedade por contrair o vírus Covid-19, ataques de pânico, sentimento de insegurança e, mais importante, estresse causado pelas medidas de isolamento social, com a maioria das pessoas relatando que isso era pelo menos uma das causas do aumento do consumo de álcool. Além desses fatores, os pesquisadores descobriram que o aumento do

consumo de álcool durante as pandemias enfraquece o sistema imunológico, tornando-o uma das principais causas de uma série de doenças (BRITO, 2020)

Ainda vivemos em meio a uma pandemia, tentando voltar a nossa normalidade novamente dia após dia. Mas não se nega às mudanças que foram notadas na sociedade após esse período de isolamento, a sociedade ainda está com sequelas desses momentos difíceis. Portanto, é importante ressaltar que a intervenção precoce em casos de dependência de álcool é fundamental para prevenir o aparecimento do alcoolismo crônico nos consumidores.

3.6 TIPOS DAS BEBIDAS ALCOÓLICAS

É necessário ter alguns conhecimentos químicos fundamentais para compreender o processo de aquisição de bebidas. Inúmeros procedimentos utilizados nas indústrias de bebidas são comparáveis aos utilizados em laboratórios para análises químicas. Por exemplo, os processos de fermentação e destilação, onde a fermentação envolve a conversão de uma substância em outra usando organismos microscópicos, como leveduras e bactérias, enquanto a destilação envolve essencialmente a separação de duas substâncias por aquecimento.

Algumas bebidas são obtidas da mesma matéria prima, mas acabam sendo muito diferentes dependendo dos métodos utilizados para obtê-las. Um desses processos determinará o produto final. O mesmo grão, o malte, é usado para fazer bebidas fermentadas e destiladas.

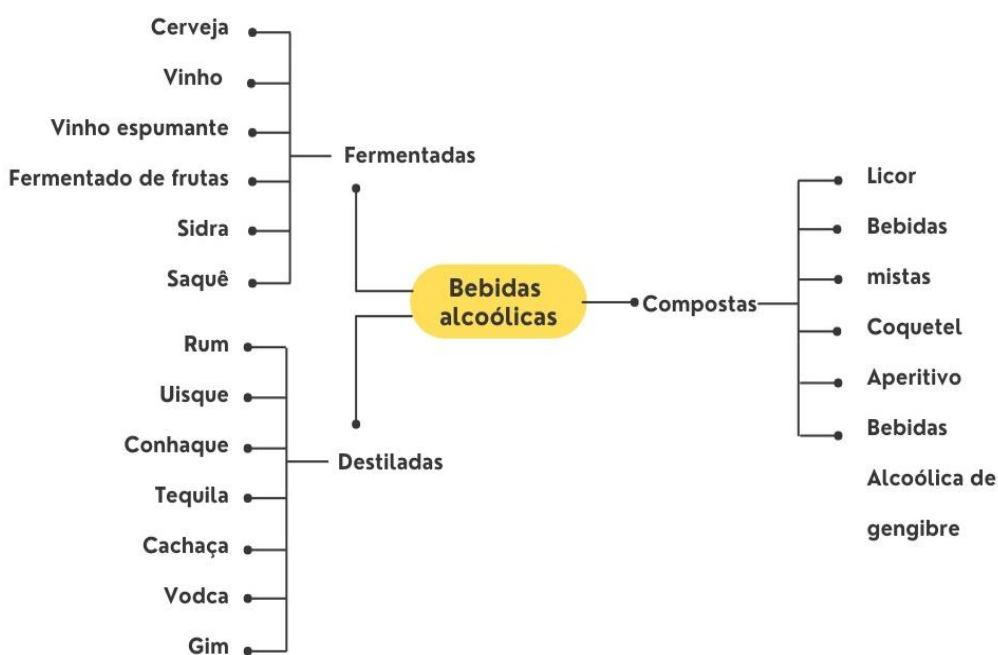
A classificação das bebidas alcoólicas não é universal e varia de acordo com parâmetros como matéria-prima e graduação alcoólica escolhidas. As bebidas alcoólicas são divididas em três categorias principais: fermentados, destilados e compostos. Essas categorias diferem umas das outras na forma como são produzidas, como mostra a **(Erro! Fonte de referência não encontrada.2)**. Mesmo que todas as bebidas alcoólicas passem por uma fase de fermentação que resulta na produção de etanol, as que são classificadas como fermentadas são aquelas que não sofrem separação termiônica após essa etapa. Cervejas, vinhos, incluindo espumantes, sidras e fermentados à base de frutas são alguns deles (LIMA, 2019; BUGLASS, 2011).

A concentração de etanol é aumentada durante a fase de destilação, que também é responsável por diminuir a concentração de outras substâncias químicas como aldeídos, ésteres, ácidos e álcoois de maior prova, que são compostos secundários da fase de fermentação, em bebidas destiladas. Assim, como resultado, eles têm maior teor alcoólico do que as bebidas fermentadas.

Na classificação de bebidas destiladas, os termos "congenéricas" e "não congenéricas" são frequentemente usados para se referir a bebidas que contêm outros ingredientes químicos em quantidades que têm o potencial de afetar significativamente a aparência e o sabor da bebida. "Não congenéricas" são definidas como bebidas que contêm basicamente água e álcool. Uísques, conhaque, rum, tequila e cachaça estão entre as "congenéricas", enquanto vodka e gim são os principais exemplos dos "não congenéricas" (VARMAN, 1974).

Por último, mas não menos importante, as bebidas alcoólicas compostas, que são obtidas através de duas ou mais bebidas não alcoólicas ou alcoólicas, podendo conter açúcares como sacarose, mel ou glicose (em concentrações de 30 a 350 gramas por litro), ou podem até ser gaseificadas. Os licores e bebidas mistas, como coquetel, aperitivo e álcool de gengibre, estão incluídos neste grupo (LIMA, 2019).

Figura 2. Fluxograma dos tipos de bebidas alcoólicas



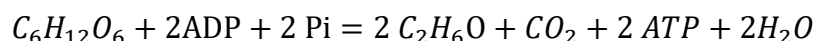
Fonte: Adaptado de Fonseca (2020)

3.6.1 Bebidas Fermentadas

O termo "fermentação" (derivado do verbo latino *fervere*, que significa "ferver") foi usado pela primeira vez por Pasteur, que comparou o processo à "fervura", já que a liberação de gases é semelhante à ebulição. Os seres humanos gerenciam as fermentações selecionando os microrganismos, substratos, temperatura e níveis de pH adequados (MACEDO, 2010).

É possível definir a fermentação como um processo bioquímico em que os microrganismos removem o material nutritivo necessário do ambiente em que vivem, ao mesmo tempo em que produzem substâncias relevantes para a indústria sob a ação catalítica de enzimas (EVANGELISTA, 2008).

A fermentação alcoólica é uma transformação química exotérmica de açúcares ($C_6H_{12}O_6$) em praticamente etanol (C_2H_5OH), gás carboxílico (CO_2) e energia, que ocorre anaerobicamente realizada por meio da ação de microrganismos (leveduras). Os microorganismos que fazem com que o álcool fermenta são referidos como leveduras "fermento de pão" devido à seguinte reação:



Nela o piruvato é reduzido a etanol (álcool etílico) num processo constituído por duas etapas. Na primeira, o piruvato é convertido em acetaldeído (C_2H_4O), (constituído por dois átomos de carbono) e ocorre a liberação de dióxido de carbono. Em seguida, o (C_2H_4O) é reduzido a (C_2H_6O) pelo NADH.

Em relação à quebra da glicose ($C_6H_{12}O_6$), pode-se mostrar que, segundo Júnior e Sasson (2003) e Amabis e Martho (2004), essa quebra ocorre anaerobicamente no citoplasma de todos os seres vivos e resulta na formação de ácido pirúvico e moléculas de ATP. Deve ser entendido que a ($C_6H_{12}O_6$) é uma substância obtida dos alimentos ou, alternativamente, da quebra do glicogênio armazenado no corpo humano. Quando duas gorduras são adicionadas a uma molécula de ($C_6H_{12}O_6$), inicia-se o processo para extinguir essa substância, tornando-a muito estável e simples de extinguir. Este procedimento é conhecido como ativação e envolve o uso de ATP.

Segundo Júnior e Sasson (2003), Amabis e Martho (2004), a molécula de ($C_6H_{12}O_6$) insolúvel se divide em duas moléculas de ácido pirúvico e produz quatro moléculas de

ATP. O balanço líquido é formado por duas moléculas, já que o processo não começou, então são usados fosfatos de duas moléculas de ATP.

A partir deste tipo de processo, é possível citar algumas destas bebidas que se destacam no mercado consumidor, dentre elas: A cerveja; Vinho; Fermentado de Frutas; Sidra e a cerveja artesanal.

3.6.1.1 Cerveja

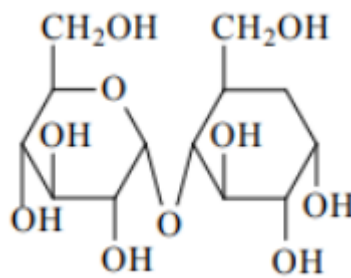
Desde a antiguidade, a raça humana dominou a arte de produzir bebidas fermentadas pela maltagem dos grãos. Há cerca de oito mil anos, artesãos sumérios e assírios inventaram a habilidade de fazer cerveja (ROSA; AFONSO, 2014). Mais tarde, a bebida chegou ao Egito, onde começaram a ser produzidas variedades como a Cerveja dos Notáveis e a Cerveja de Tebas (FERREIRA et al., 2011)

A introdução da cerveja no Brasil coincidiu com a chegada das colônias européias quando vários comerciantes ali se estabeleceram e começaram a vendê-la, influenciando os costumes e hábitos da época. O início da produção de cerveja no Brasil carece de uma data precisa, o primeiro registro conhecido é um anúncio de venda de cerveja brasileira publicado no jornal do comércio do Rio de Janeiro em 27 de outubro de 1836 (SANTOS, 2003).

As principais matérias-primas que compõem a cerveja são: água, malte, lúpulo e levedura. Além destas, existem adjuntos, também conhecidos como especiarias, que promovem aromas e sabores diversos a cerveja produzida. A água, tido como principal constituinte do processo, representa entre 92 a 95% do peso da cerveja. Outro ingrediente primordial é o malte, que corresponde ao grão de cereal, muitas das vezes sendo utilizado a cevada na qual podemos ver a estrutura química presente na (Figura 3). Alguns países, a exemplo dos Estados Unidos, utilizam grãos de milho na formulação dessa bebida.

O malte apresenta-se ainda como uma fonte de proteínas, aminoácidos e outros nutrientes como zinco, magnésio e cálcio, que são elementos essenciais para a composição do mosto cervejeiro e para uma fermentação saudável, por auxiliarem o metabolismo da levedura (MUXEL, 2016).

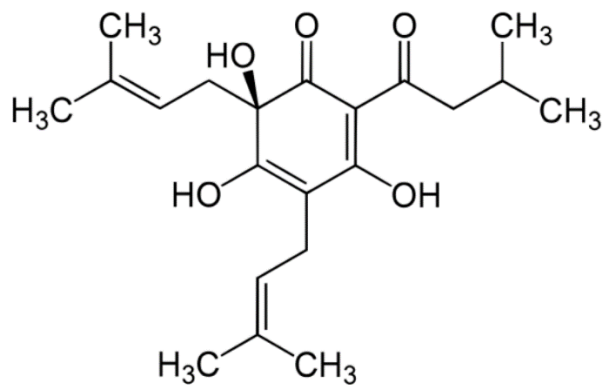
Figura 3. Estrutura química da maltose, carboidrato presente no grão da cevada.



Fonte: Venquiaruto, Dallago (2018)

Outro constituinte que pode ser encontrado nas cervejas produzidas é o lúpulo onde podemos ver sua estrutura química presente na (Figura 4), uma planta da espécie *Humulus lupulus* com crescimento à base de trepadeira que é nativa do Hemisfério Norte. É interessante notar que esta espécie pertence à mesma família da *Cannabis* (JUNIOR, STELLA, MARCHIORI, 2021)

Figura 4. Estrutura química do lúpulo



Fonte: Venquiaruto, Dallago (2018)

Erva aromática usada na fabricação das cervejas, é uma planta de difícil cultivo, típica de climas frios e dióica, ou seja, com flores femininas e masculinas na mesma planta. A substância usada para fazer a cerveja, a lupulina, é encontrada na seção feminina da flor e está disponível comercialmente na forma de pellets ou extratos. Os licores comercialmente disponíveis são classificados como aromáticos ou amargor.

A cerveja em sua totalidade tem o lúpulo como principal ingrediente, pois o lúpulo confere equilíbrio sendo a marca principal de muitos estilos. “A doçura proporcionada pelo lúpulo equaliza a quantidade de açúcar do malte no produto final, que é refrescante. O principal causador do amargor é uma resina conhecida como ácido alfa, que é impermeável à água até ser isomerizada pela ebulição do mosto, quanto maior o tempo de ebulição, maior será a porcentagem de isomerização e mais amarga será a cerveja, porém os óleos que contribuem para os sabores e fragrâncias característicos são voláteis e perdem em grandes quantidades durante longas fervuras.” (PALMER, 2011, p.62).

A Lei de Pureza Alemã, ou The Reinheitsgebot, de 1516 especificava quais ingredientes, como malte, lúpulo e água, eram aceitáveis para fabricação. Depois que Luis Pasteur descobriu a levedura e sua função no final de 1860, a lei precisava ser alterada.

A levedura apresenta-se como microrganismo fermentador, responsável pela conversão de sucos a base de frutas, e para levedar pães, há cerca de 30 mil anos. Dada a variedade de atividades bioquímicas, as leveduras tornaram-se candidatas promissoras para uma ampla gama de aplicações, indo além da indústria alimentícia. Além de sua significativa contribuição para produtos fermentados, também é bastante conhecida por sua atividade antagônica contra o crescimento de microrganismos indesejáveis, incluindo bactérias e fungos (HATOUM et al., 2012).

A produção de cerveja é uma das indústrias em que as leveduras atuais desempenham um papel significativo. As leveduras conferem sabor, cheiro e textura às cervejas. O agente biológico é o que converte o mosto cervejeiro cru em produto acabado. Para cada tipo de cerveja, como Belgas, Inglesa e outras, são escolhidas certas leveduras. O custo de aquisição acaba sendo alto porque a maior parte desse material não é produzida no Brasil (CEREDA, 1983; MARTINS, 1991; SILVA, 2005; VENTURINI & CEREDA, 2008; DRAGONE et al., 2010).

A *Saccharomyces cerevisiae*, uma espécie de organismo fúngico, é a levedura mais comumente empregada na produção de cerveja. Reproduzem-se assexuadamente por divisão celular. A Levedura pode existir e se desenvolver com ou sem oxigênio, ou seja, maioria dos microrganismos é capaz de fazê-lo de uma forma ou de outra. A levedura pode sobreviver sem oxigênio graças a um processo chamado fermentação. As células Levedura incorporam açúcares simples como ($C_6H_{12}O_6$) e ($C_{12}H_{22}O_{11}$) e produzem (CO_2) e (C_2H_5OH) como produtos residuais (PALMER, 2011, p.78).

Na obtenção da cerveja, por exemplo, podemos classifica-la através dos seguintes aspectos, que são eles: Classificação quanto a proporção de matérias-primas (**Tabela 2**), quanto ao teor alcoólico (**Tabela 3**), quanto à cor (**Tabela 4**), quanto aos parâmetros analíticos (**Tabela 5**), e por fim quanto ao extrato primitivo ou original (**Tabela 6**).

Tabela 2. Classificação quanto à Proporção de Matérias-Primas

Tipo 1	"Cerveja"	É a cerveja elaborada quando elaborada a partir de um mosto cujo extrato primitivo contém no mínimo 55% em peso de cevada malteada e no máximo 45% de adjuntos cervejeiros;
Tipo 2	"cerveja 100% malte" ou "cerveja puro malte"	Quando elaborada a partir de um mosto cujo extrato primitivo provém exclusivamente de cevada malteada ou de extrato de malte
Tipo 3	"cerveja 100% malte de (nome do cereal malteado)" ou "cerveja puro malte de (nome do cereal malteado)"	Quando elaborada a partir de um mosto cujo extrato primitivo provém exclusivamente de outro cereal malteado.
Tipo 4	"cerveja de (nome do cereal ou dos cereais majoritário(s), malteado(s) ou não)"	É a cerveja elaborada a partir de um mosto cujo extrato primitivo provém majoritariamente de adjuntos cervejeiros. Poderá ter um máximo de 80% em peso da totalidade dos adjuntos cervejeiros em relação ao seu extrato primitivo (com o mínimo de 20% em peso de malte). Ou, quando dois ou mais cereais contribuírem com a mesma quantidade para o extrato primitivo, todos devem ser citados.

Fonte: Venquiaruto, Dallago (2018)

Tabela 3. Classificação quanto ao Teor Alcoólico

Classificação quanto ao Teor Alcoólico	Mínimo	Máximo
Sem Álcool, não sendo obrigatória a declaração no rótulo do conteúdo alcoólico	-	$\leq 0,5\%$
Com Álcool (expressão optativa constar na denominação), devendo obrigatoriamente constar no rótulo o percentual de álcool etílico em volume	$\geq 0,5\%$	$\leq 54\%$

Fonte: Venquiaruto, Dallago (2018)

Tabela 4. Classificação quanto à Cor

Classificação quanto a cor	Mínimo, em unidades E.B.C1	Máximo, em unidades E.B.C1
Clara, branca ou loira (expressões optativas para constar na denominação)	-	< 20
Escura ou preta	$\geq$	20

Fonte: Venquiaruto, Dallago (2018)

Tabela 5. Parâmetros Analíticos

Parâmetros	Mínimo	Máximo
Graduação alcoólica, expressa em %, em v/v, a 20 °C	> 0,5%	$\leq 54\%$
Graduação alcoólica, para a Cerveja sem Álcool, expressa em %, em v/v, a 20 °C	-	$\leq 0,5$
Pressão gasosa, em atm, a 20 °C	1	-
Edulcorantes	Ausência	Ausência
Contaminantes	Mínimo	Máximo
Arsênio, em mg/kg	-	0,1
Chumbo, em mg/kg	-	0,2
Cádmio, em mg/kg	-	0,02
Estanho, em mg/kg, para bebidas enlatadas	-	150

Fonte: Venquiaruto, Dallago (2018)

Tabela 6. Classificação quanto ao Extrato Primitivo ou Original

Classificação quanto ao Extrato Primitivo ou Original	Mínimo	Máximo
Leve	$\geq 5\%$	$< 10,5\%$
(sem expressão específica para constar na denominação)	$\geq 10,5\%$	$< 12\%$
Extra	$\geq 12\%$	$\leq 14\%$
Forte	$> 14\%$	-

Fonte: Venquiaruto, Dallago (2018)

3.6.1.2 Cerveja Artesanal

A maior diferença entre produzir cerveja artesanalmente e industrialmente é a liberdade de desenvolver receitas personalizadas e experimentar diferentes métodos de produção sem se desviar do objetivo pretendido da forma de arte, que é produzir cerveja de alta qualidade como produto acabado. No passado, essa liberdade foi um dos elementos responsáveis pelo desenvolvimento das bebidas, suas técnicas de produção, variedade de estilos, seus equipamentos e até as sutis diferenças entre os ingredientes básicos utilizados. A prática de usar frutas e ervas, fermentar ou envelhecer cerveja em barris de madeira e criar blends com bebidas de diversas épocas ou produtores ainda é praticada em muitas regiões da Europa, com movimentos de resgate de antigos métodos de produção e costumes de consumo em nações como Inglaterra, Irlanda e Estados Unidos (BREDA, 2016).

As cervejas artesanais podem ser classificadas como *Ale* ou *Lager*, dependendo de como a fermentação é realizada. As principais diferenças nas características sensoriais podem ser encontradas, entre outras coisas, no perfil aromático e na complexidade dos sabores oferecidos pelas *Ale* em comparação com os sabores mais leves e os perfis mais limpos das *Lager*.

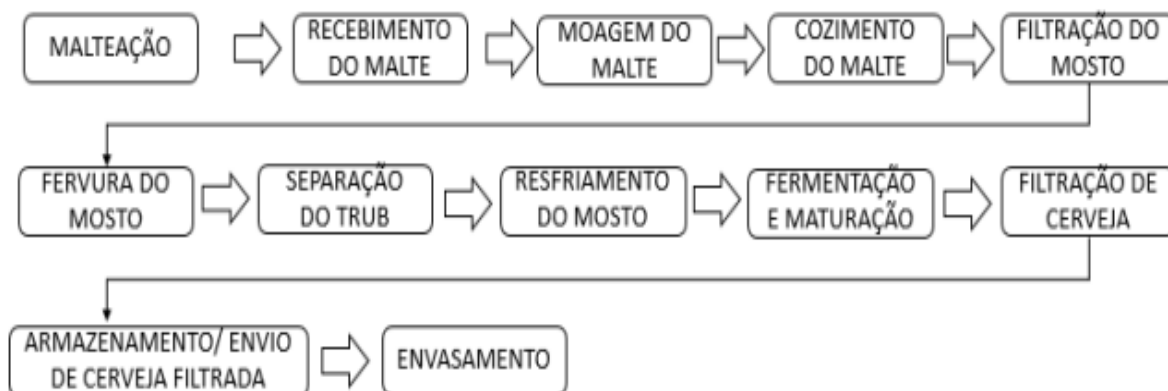
Existem outras diferenças no processo de fermentação, que dependem principalmente da temperatura e localização das leveduras ao longo da fermentação. As cervejas *Ales* fermentam em um ambiente com temperaturas elevadas, variando de 18°C a 25°C graus Celsius, em alguns casos atingindo temperaturas mais altas em um curto período de três a cinco dias. As cervejas do estilo Lager são fermentadas em temperaturas mais baixas, geralmente entre 4°C e 12 °C graus Celsius. Enquanto as leveduras de baixa fermentação são depositadas no fundo do recipiente de fermentação, as de alta fermentação são vistas flutuando na superfície do líquido fermentado.

Se o processo de fermentação ocorrer entre 20 e 25°C, teremos a cerveja do tipo Ale (Stout, Indian Pale, Irish Red, Weissbier, Belgian Golden Strong, ...). Porém, se ocorrer entre 7 e 12°C, teremos as cervejas Lager (a mais comum é a Pilsen, mundialmente a mais consumido. O nome científico da levedura utilizada para criar o estilo Lager é *Saccharomyces carlsbergensis*, que, devido ao seu crescimento lento, produz sabores e aromas delicados na cerveja (ARAUJO, 2003). Já as Ales são feitas com levedures da espécie *Saccharomyces cerevisae*, que enfatizam os sabores e fragrâncias da bebida alcoólica cerveja. (VENTURINI FILHO, 2016).

3.6.1.1.3 Processo físico-químico de elaboração de cervejas

A fabricação tradicional de cerveja pode ser dividida em oito operações principais: moagem do malte; mosturação ou tratamento enzimático do mosto; filtração do mosto; fervura do mosto; tratamento do mosto (remoção do precipitado, resfriamento e aeração); fermentação; maturação e clarificação (FILHO, 2016). Na Figura 5 é apresentado o fluxograma contendo as etapas do processo cervejeiro.

Figura 5. Fluxograma do Processo Cervejeiro



O objetivo de refrigerar o mosto é baixar a sua temperatura de cerca de 100 °C para a necessária para inocular o fermento, que é entre 15 e 22 °C para fermentações de alta fermentação e entre 6 e 12 °C para fermentações de baixa fermentação. Para interromper as reações químicas e limitar a propagação de patógenos, o refriamento deve ser aplicado rapidamente e em condições estéreis. Como o mosto é refrigerado, o "trub" separa-se do mosto. Essa substância contém cerca de 50% de proteínas, 15 a 25% de polifenóis e 20 a 30% da maioria dos carboidratos (BRIGGS, 2004).

Tal como acontece com todos os organismos vivos, o processo de metabolismo pode ser dividido em anabolismo e catabolismo de forma sistemática. O termo "processo anabólico" refere-se à síntese de material celular, como proteínas, lipídios e polissacarídeos, usando a energia celular armazenada encontrada na molécula de ATP. Nenhum catabolismo, ou o processo se inverte, as moléculas são hidrolisadas e oxidadas, e a energia química gerada durante essas reações é acumulada nas moléculas de ATP. As leveduras na cerveja seguem duas vias metabólicas distintas para quebrar os açúcares, dependendo da disponibilidade de oxigênio e da concentração de carboidratos.

Primeiro, em condições de aerobiose, a levedura se recupera e se multiplica. Mais tarde, em condições anaeróbicas, os sintomas produzem duas moléculas de C_2H_6O , duas moléculas de ácido carboxílico gasoso e energia quando uma molécula simples de açúcar, como a glicose, é fermentada (BOKULICH; BAMFORTH, 2013; MAICAS, 2020).

Uma parte do mosto extrato (10-15%) em mosturação é composta por substâncias derivadas do malte que são solúveis em água. O restante (entre 85% e 90%) é composto por produtos das enzimas derivadas do malte que quebram macromoléculas. Inicialmente, as amilases transformam o amido em açúcares fermentescíveis, as proteases produzem peptídeos e aminoácidos através da digestão de proteínas, e as fofastases liberam fosfato orgânico para o mosto (AQUARONE et al., 2001). À medida que a temperatura aumenta, a velocidade da reação da enzima aumenta até atingir sua desativação. Proteases, peptidases e glucanases geralmente operam melhor em temperaturas em torno de 50°C, enquanto amilases normalmente operam melhor em temperaturas entre 60 e 70°C (BRIGGS, 2004).

3.6.1.3 Vinho

Martim Afonso de Souza trouxe as primeiras videiras para o Brasil em 1532. As mudas foram plantadas na Capitania de São Vicente, no sudeste do país, mas as condições climáticas e outras não eram favoráveis. Brás Cubas insiste em cultivar videiras e transfere as plantações litorâneas para o Planalto Atlântico, onde conseguem produzir o primeiro vinho brasileiro em 1551. A chegada dos jesuítas ao sul do Brasil impulsiona a vitivinicultura e possibilita sua introdução no Rio Grande região do Sul (IBRAVIN, 1998).

O vinho foi desenvolvido na região da Serra Gaúcha do estado do Rio Grande do Sul, que historicamente tem sido responsável por mais de 90% da produção nacional de vinhos do país. Destacam-se as cidades de Bento Gonçalves, Garibaldi, Farroupilha, Flores da Cunha e Monte Belo do Sul, onde estão os vinhedos mais significativos (GUERRA et al, 2005; BEATO; 2010).

A primeira degustação organizada no Brasil é realizada em 1640, e está registrada na 1ª Ata da Câmara Municipal de São Paulo. Isso é feito em um esforço para regular os vinhos produzidos comercialmente, principalmente aqueles feitos por produtores do Sudeste que insistem em cultivar uvas em locais impróprios. No entanto, a chegada da imigração italiana, que traz consigo conhecimentos especializados de elaboração, marca um salto significativo na produção nacional de vinhos, elevando a qualidade da bebida no processo (IBRAVIN, 1998).

Ao longo da década de 80, a indústria vinícola passou por uma melhoria significativa, elevando o calibre dos vinhos produzidos internamente para competir com sucesso contra os vinhos importados de outros países. Com a vitivinicultura se consolidando em diferentes regiões, foi se desenvolvendo uma identidade própria de cada região (IBRAVIN, 1998).

Numerosos compostos são encontrados no vinho, a maioria dos quais são derivados de uvas, como açúcares, minerais, compostos fenólicos, pigmentos e compostos voláteis e aromáticos. Outros compostos são produzidos durante a produção do vinho, como álcoois e glicerol, e ainda outros são adicionados propositalmente para prolongar a vida útil do vinho, como sais e anidridos sulfurados. Dentre todos eles, alguns são mais importantes que outros, como o teor de açúcares, que é quase inteiramente

composto por glicose e frutose e pode variar de 15 a 30%, dependendo do tipo de uva, do estágio de maturação e do clima (SOUZA et al., 2006; ALI et al., 2010).

3.6.1.4 *Sidra*

A sidra é uma bebida alcoólica que é fermentada e tem como principal componente o suco concentrado e fresco da maçã. Outras frutas, como peras e cerejas, também podem ser usadas para fazer sidras com menor teor alcoólico. Os relatos históricos indicam que as origens da sidra são anteriores ao nascimento de Cristo, com alguns autores relatando que se originou no antigo Egito (3.000 a.C.), outros na Grécia antiga (600 d.C.), e ainda outros afirmando que se originou com os celtas (800 a.C.), que foram os grandes responsáveis por sua disseminação pela Europa. Diz também que a sidra foi acidentalmente criada por frade que guardava um barril contendo o mosto da maçã. A maçã é uma fruta muito apreciada nativa da Europa, pertencente à família Rosaceas com maior concentração de vida vegetal em regiões subtropicais e subpolares (LIMA, et al, 1987).

A cultura da maçã no Brasil teve início na década de 70, na região sul, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, com as espécies de maçãs Gala e Fuji. A produção nacional aumentou em função dos avanços tecnológicos, chegando a cerca de 1,1 milhão de toneladas na safra de 2017-2018. No entanto, estudos mostram que cerca de 20% de cada colheita é perdida por deterioração, o que justifica o objetivo deste estudo de apresentar um método de produção de sidra para aproveitar frutos maduros que, de outra forma, acabariam apodrecendo se deixados sem vigilância (LIMA, et al, 1987).

Com o método a ser descrito, será possível obter sidra a um custo baixo, o que pode levar a um maior lucro para o produtor ou distribuidor. Segundo Braga (2013), a maioria das sobremesas, doces e doces brasileiros tem como ingrediente a maçã. Como resultado, o mercado está focado na venda de frutas em seu estado natural. Para isso, as frutas são organizadas de acordo com sua tonalidade de cor, formato, aparência e tamanho. Infelizmente, poucas indústrias manipulam a maçã, fazendo com que a maioria das frutas colhidas ilegalmente sejam descartadas (LIMA, et al, 1987).

Em relação ao processo de fabricação da sidra, a fermentação alcoólica se desenvolve por meio de uma série de reações nas quais a glicose ($C_6H_{12}O_6$) é convertida

em etanol (C_2H_5OH). Os monossacarídeos encontrados em sucos de frutas são fermentáveis diretamente, e é esse processo que resulta na formação de etanol em bebidas como vinho e a sidra (LIMA, et al, 1987).

Em termos de composições máximas permitidas, a composição de um mosto de maçãs industriais difere de um mosto de maçãs brasileiras "de mesa". A maioria dos carboidratos e os maiores constituintes sólidos solúveis em uma partida são açúcares. Os açúcares primários são frutose, glicose e sacarose, que são distribuídos uniformemente por toda a fruta e são convertidos em etanol durante o processo de fermentação das leveduras (LIMA, et al, 1987).

A quantidade total média de redutores nos mostos é de 12,0 g. 100 mL⁻¹ e 10,8 g. 100 mL⁻¹ para as cultivares brasileira e europeia, respectivamente. O açúcar primário da maçã é a frutose, cuja concentração pode variar de duas a três vezes a da glucose. Em algumas cultivares, a frutose pode representar até 80% do teor total de açúcar (LIMA, et al, 1987).

3.6.1.5 *Fermentado de Frutas*

A produção de bebidas alcoólicas é um dos processos mais antigos que acompanharam a civilização, tendo, ao que tudo indica, começado com a criação do vinho e da cerveja há milhares de anos. De acordo com análises químicas de compostos orgânicos que foram absorvidos e preservados em potes de cerâmica no assentamento neolítico de *Jiahu*, na província de *Henan*, no norte da China, uma bebida fermentada feita de arroz, melão e frutas é produzida há pelo menos 9.000 na mesma época das primeiras cervejas e vinhos produzidos no Oriente Médio.

Essas bebidas, assim como outras que surgiram com o desenvolvimento da própria sociedade, tiveram a tecnologia de produção aprimorada à medida que se tornaram uma fonte mais ampla de dinheiro e emprego. Além do lado financeiro, há toda uma cultura e tradição por trás da fabricação de bebidas, algumas delas próprias de suas regiões produtoras. Bebidas bem conhecidas incluem as cervejas holandesas, belgas e alemãs; os vinhos franceses, italianos, portugueses, espanhóis e alemães; os maltes escoceses, que produzem excelentes uísques; os saquês japoneses; o rum cubano; a tequila mexicana e a cachaça brasileira, a bebida destilada mais produzida no mundo. (DIAS et al, 2016)

As frutas são alimentos que proporcionam uma variedade de atrativos sensoriais (cor, textura, sabor e aroma). Junto com essas características, a grande maioria inclui 80% de água em sua estrutura, juntamente com carboidratos, vitaminas, proteínas, minerais e lipídios, tornando-as ricas fontes de nutrientes para o metabolismo humano. A composição nutricional de um produto fermentado de frutas dependerá da composição do mosto, tipo de inoculante, condições de fermentação e procedimentos de pós-fermentação, além da fruta utilizada, o que influencia muito nas características da bebida.

Uma parte das vitaminas e outros componentes incluídos nas frutas são termolábeis, portanto, comer frutas frescas sem aquecê-las é necessário para seu pleno benefício (DIAS *et al.* 2016).

3.6.2 Bebidas Destiladas

A destilação é um método ou processo físico usado para separar uma mistura de líquidos ou sólidos que foram dissolvidos em suas partes constituintes. Este processo se distingue pelo fato de o vapor produzido ter uma composição diferente do líquido restante. O vapor se condensa e a substância resultante é conhecida como destilado (MASTERTON E SLOWINSKI, 1978; SARDELLA, 1997).

O processo de destilação envolve submeter o álcool produzido pela fermentação a processos de separação física nos alambiques da destilaria. Dessa forma, a quantidade de álcool na maioria dos alimentos fermentados, que antes continham até 12% de álcool, continua aumentando dependendo do interesse do produtor.

O processo de separação de uma substância ou mistura de substâncias em duas ou mais fases distintas ocorre sob várias condições de temperatura, pressão, composição e/ou estado físico do material sobre o qual o método é aplicado. Cada estágio ou fase é responsável por fornecer diversas propriedades termodinâmicas às substâncias já presentes, levando à formação de um gradiente onde se atinge um equilíbrio exclusivo. Assim, à medida que o sistema muda em resposta a uma fase, causa a separação dos constituintes (SEADER, 1997).

Essa separação ocorre durante a destilação pelo uso do equilíbrio líquido-vapor (ELV) que as substâncias atingem em cada etapa. As diferentes densidades das correntes de líquido e vapor fazem com que elas criem um movimento em contracorrente, seja para

fornecimento de calor via vaporizador ou para alimentação direta de vapor. As substâncias com pontos de ebulição mais baixos são arrastadas pela fase de vapor e são chamadas de cabeças, do inglês "heads", enquanto as substâncias com pontos de ebulição mais altos são transportadas pela fase líquida e são chamadas de cauda, do inglês "tails". (SEADER, 1997; DRAGONE, 2019).

Os processos de destilação, em geral, ocorrem por meio de uma destilação simples, ou através da destilação azeotrópica, onde está exigida técnicas de processos de separação para misturas que contém os componentes que precisam ser separados forma um azeótropo (uma mistura azeotrópica) ou apresentam baixa volatilidade relativa, que dificultam a separação por uma destilação simples.

A destilação simples envolve apenas uma etapa de vaporização e condensação, que é realizada aquecendo o líquido até o ponto em que o componente com o ponto mais baixo de ebulição forma vapor. A vaporização ocorre como resultado de um rápido aumento de temperatura ou de uma subsequente queda de pressão. O vapor produzido é direcionado para um condensador onde é refrigerado e logo em seguida coletado (ROITIMAN, 2002). Dentre as bebidas destiladas comumente consumidas, destacam-se a Aguardente de cana, Grappa, Rum e Uísque.

As bebidas são regulamentadas pelo Ministério da Agricultura, Florestas e Abastecimento do Brasil (MAPA). Uma lei aprovada em 14 de julho de 1994, conhecida como Lei nº 8.918, tornou obrigatório o registro, padronização, classificação, inspeção e a fiscalização da produção e comercialização de bebidas em todo o território nacional. Como resultado, foram aprovadas leis que regem questões relacionadas à produção, bem como aspectos sanitários, técnicos e técnicos de transporte, como o uso adequado de embalagens e rodízios de bebidas. O decreto 6.871, de 4 de junho de 2009, foi outro marco significativo na legislação que regulamenta as bebidas, principalmente as alcoólicas. As regulamentações para bebidas destiladas e retificadas estão listadas nas seções IV e V do capítulo sete, respectivamente. Tanto em 1994 quanto em 2009, Brasil (BRASIL, 2009).

3.6.2.1 *Aguardente de Cana*

A cana-de-açúcar é bastante conhecida e tem sido utilizada para a produção de açúcar desde as primeiras civilizações. Cristóvão Colombo trouxe cana da Ilha da Madeira

em sua segunda viagem à América, em 1493, e a plantou na região que hoje é a República Dominicana. A cultura da cana-de-açúcar não avançou significativamente, pois, pouco depois, os espanhóis descobriram o ouro e as pérolas das civilizações Asteca e Inca. Como resultado, no início do século XVI, essa cultura foi abandonada.

O primeiro alvará que incentivou o plantio de cana foi decretado em 1516 por ordem de D. Manuel, rei de Portugal, e determinou a instalação e operação de um engenho de açúcar no Brasil. No entanto, a introdução da cana-de-açúcar no solo brasileiro só ocorreu em 1530, após a implantação das Capitanias Hereditárias, graças a Martim Afonso de Souza, fundador da Capitania de São Vicente, Estado de São Paulo. Uma plantação de cana-de-açúcar foi estabelecida em 1532 com mudas trazida da ilha da Madeira, sendo inaugurado então o primeiro engenho, conhecida como São Jorge dos Erasmos, foi estabelecida na época para produzir açúcar para a Europa.

Uma cultura em rápido desenvolvimento foi possibilitada pelos solos férteis e pelo clima quente e úmido, que marcaram também o início de uma atividade que se tornaria uma importante fonte de riqueza para Portugal e tinha como objetivo a produção dos pães de açúcar.

No entanto, as áreas de Pernambuco e Bahia na região ao norte foram onde as indústrias açucareiras cresceram mais rapidamente. Jerônimo de Albuquerque fundou o primeiro engenho de açúcar do Norte, em Pernambuco, perto de Olinda, em 1535. Era conhecido como Engenho da Nossa Senhora da Ajuda.

De acordo com a literatura, o processo de fabricação da aguardente teve início nos anos de 1538-1545, quando se descobriu que a separação da garapa (também conhecida como cachaça) durante a concentração levava à cristalização do açúcar, que então fermentava espontaneamente para produzir um líquido com sabor e cor distintos. Este vinho foi destilado em pequenos alambiques de barro, produzindo um líquido que, quando consumido, era translúcido, brilhante e ardente. Por se assemelhar à água, recebeu o nome de "água ardente", que deu origem à palavra "aguardente".

O mosto fermentado obtido a partir do caldo de cana-de-açúcar é o principal componente para a produção de cachaça, aguardentes de cana de açúcar e destilado alcoólico simples de cana de açúcar. Água e açúcares/sacarose são ingredientes opcionais que devem seguir os padrões estabelecidos pela lei. Apenas é permitida a

correção e/ou sincronização da cor da aguardente de cana de açúcar envelhecido quando se utiliza o caramelo como aditivo. De acordo com a Instrução Normativa nº 58 de 19/12/2007, é proibido o uso de qualquer tipo de corante, inclusive corantes adicionais, lascas de madeira, maravalhas ou outras substâncias, para corrigir ou alterar a cor natural do produto após armazenados, envelhecidos ou submetidos a esses processos. Além disso, veta ainda usar quaisquer substâncias ou ingredientes que alterem as características sensoriais naturais do produto.

3.6.2.2 *Graspa*

A descoberta de que o bagaço de uva pode ser usado para extrair álcool é muito antiga. Originalmente, a destilação do bagaço era feita para criar álcool com finalidade medicinal; só mais tarde foi usado para criar o graspa. No ano de 1400, já havia indícios da produção de graspa na região italiana de Friuli na Itália. No entanto, foi só mais tarde, com o uso de destiladores com retificadores, que a produção da graspa foi aperfeiçoada (RIZZON; MANFROI; MENEGUZZO, 1998).

O ambiente típico onde a graspa se originou e ainda hoje é o mais valorizado é o do frio norte da Itália. Por isso, é considerada uma bebida que as pessoas que se dedicam a atividades agrícolas normalmente apreciam. Nesse sentido, a graspa evoluiu ao longo do tempo para uma bebida que lembra as origens agrícolas, principalmente nas regiões montanhosas e frias. A grapa não é apenas uma bebida destilada, é também um lembrete da colonização anterior na Itália (RIZZON; MANFROI; MENEGUZZO, 1998).

É típico no norte da Itália tomar grapa com café, preto ou coado, em pequenas quantidades no início da manhã antes de iniciar as atividades ou como digestivo após as refeições. Como se pode supor, o nome "*grappa*" (ortografia italiana) tem origens germânicas e não latinas. Os vários dialetos italianos dão várias grafias ao termo, incluindo *grapa* (Lombardia), *rapa* (Pie monte) e *graspa* (Vêneto). Como a maioria dos imigrantes italianos que se estabeleceram na Serra Gaúcha era do Vêneto, este último é o mais utilizado no Brasil (RIZZON; MANFROI; MENEGUZZO, 1998).

Não há muitas referências históricas da graspa no Brasil, mas há indícios de que ela já tenha sido criada na Serra Gaúcha por imigrantes italianos no final do século XIX. Nesta região, quantidades consideráveis de graspa já foram desenvolvidas. Atualmente, poucos negócios se concentram nesse setor, e os pequenos produtores que faziam a

graspa como compostos secundários de seu vinho artesanal ou bagaço oriundo de grandes empresas também deixaram de fazê-lo. A diminuição da produção é atribuída a uma série de fatores, incluindo dificuldade de armazenamento do bagaço, baixo rendimento de produção, má qualidade da matéria prima e dificuldade de manutenção dos alambiques (RIZZON; MANFROI; MENEGUZZO, 1998).

O ingrediente principal na produção da graspa é o bagaço da uva. Pois trata-se de um composto secundários gerado durante a vinificação e refere-se à mistura formada pela película, semente e talvez o ráquis. Atualmente, as máquinas utilizadas para triturar a uva, primeiro separam os raquis, o que facilita a produção de graspas de maior qualidade. De outra parte, a porção nobre do bagaço, para a produção da graspa, é a película que representa aproximadamente 60% do peso do bagaço, enquanto a semente participa com 25 a 30% do peso (RIZZON; MANFROI; MENEGUZZO, 1998).

3.6.2.3 Rum

Historiógrafos e linguistas continuam a debater a etimologia da palavra. Algumas pessoas ligam a *saccharum*, nome latim do açúcar. Outros ligam a derivação do termo *rumbullion*, palavra original de Devonshire, Inglaterra, onde seu significado original era "grande tumulto", outro termo da época para conflito ou confusão.

De acordo com Campoamor (1985), a palavra inglesa "rum" é um termo comum na terminologia marinha e de licor. Os exemplos incluem "rummage", que se refere ao local de descanso de um navio veleiro, "rummager", que se refere a uma pessoa que bate o líquido durante sua destilação, "rummer", que se refere a um copo alto ou taça para beber licor, "rummey" que seria o vinho muito forte, comum entre os marinheiros ingleses, durante os séculos XVI a XVIII e "rumbistion", cujo significado original era definir os destilados obtidos do melaço de cana.

O termo "rum" foi usado pela primeira vez em um documento emitido pelo Governador Geral da Jamaica em 3 de julho de 1661, e é dessa fonte que os termos "ron" e francês "rhum" foram derivados. Mencionado pela primeira vez em documentos de Barbados em 1650 como "mata de mônio" ou "kill-devil", o termo *guildive* foi alterado ali. Os colonizadores e a população escrava, impulsionados pelo poder da África, rapidamente se acostumaram ao consumo desta bebida. Os escravos, denominaram-na como tafia.

Os runs, como outras bebidas alcoólicas destiladas, contêm uma quantidade significativa de compostos orgânicos derivados de quatro fontes fundamentais: o substrato da fermentação, fermentação, destilação e processo de envelhecimento.

A água compõe mais da metade do volume total de um rum e, de acordo com as práticas atuais de fabricação, oferece pouco ou nenhum mineral de interesse, pois, normalmente, a água desmineralizada ou higienizada é usada para fabricar runs. Os principais compostos orgânicos presentes são álcoois, ésteres, ácidos, aldeídos, furfural e compostos derivados do envelhecimento.

3.6.2.4 Uísque

Produzida a partir da fermentação de grãos de cereais, o uísque é uma bebida destilada que apresenta de 40 a 90% da massa seca constituída por amido, e no Brasil, deve conter um teor alcoólico entre 38 e 54% v/v a 20°C.

A palavra "uísque" é derivada do gaélico *uísque beatha* ou *usquebaugh*, que significam "a água da vida". Embora existam registros da origem desta bebida entre os anos 1100 e 1300, o primeiro registro de sua produção data de 1494 e foi descoberto na Escócia. Consumir uísque pode ter sido para entretenimento da corte real, mas só era permitido quando usado para "fins médicos". Como prova, a cidade de Edimburgo concedeu o monopólio da destilação do uísque a uma associação médica em 1505, recebendo aprovação efetiva em 1506.

Embora seja aceito que os monges irlandeses trouxeram a habilidade da destilação para a Europa, as destilarias domésticas de uísque se desenvolveram mais tarde e essa prática se tornou difundida em meados do século XVI. A respeito das presenças raízes monásticas na Irlanda e na Escócia, a destilação comercial do uísque foi desenvolvida ao longo de muitos séculos em outros continentes. A primeira transação comercial registrada envolvendo o fornecimento de uísque ocorreu em 1494 entre o Monastério de Beneditino na cidade de Fife e a Corte do Rei James IV de Holyrood em Edimburgo.

Existem diversos tipos de uísques no mercado que podem ser categorizados de acordo com o país de origem, o tipo de cereal utilizado e a forma de obtenção do produto, ou seja, se é obtido puro ou misturado com outros uísques. Como resultado, existem diversas formas de produzir essa bebida, que variam de acordo com a matéria-prima, o método de fabricação e a legislação local aplicável.

Escócia, Irlanda, Canadá, Estados Unidos e Japão são os cinco principais países do mundo que produzem uísque, embora apenas os quatro primeiros desses países tenham desenvolvido produtos tradicionais a partir de produtos agrícolas locais. No entanto, outras nações como Índia, Espanha, Austrália, Nova Zelândia, Panamá e República Tchecoslováquia também estão se expandindo e se estabelecendo como mercados importantes para os produtores deste destilado. (DRAGONE *et al.* 2016)

Em termos de composição, a essência do uísque, é uma mistura de água, C_2H_6O e congêneres, em concentrações que giram em torno de 59,9, 40 e 0,1% (v/v), respectivamente. A bebida alcoólica obtida a partir da fermentação dos grãos é concentrada durante a destilação (DRAGONE *et al.* 2016). As qualidades sensoriais distintivas desta bebida estão ligadas aos congêneres, que são compostos orgânicos derivados das matérias-primas utilizadas e dos processos de fermentação, destilação e maturação, apesar de suas proporções muito pequenas.

Álcoois, ácidos carboxílicos, ésteres, compostos carbônicos, nitrogenados e sulfurados, além de fenóis, são alguns dos principais constituintes que conferem ao óleo sua fragrância e sabor.

4. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho consiste em um estudo exploratório cuja coleta de dados se deu por meio do levantamento bibliográfico. Zanella (2013) explicita que a pesquisa exploratória tem como objetivo, “ampliar o conhecimento a respeito de um determinado fenômeno” além de explorar a realidade buscando maior conhecimento.

Quanto à sua natureza, a abordagem apresenta caráter qualitativo onde, conforme define Gil (2008) é entendida como uma descrição narrativa de atividades que podem ser denominadas específicas.

O estudo explicita a diferenciação entre o processo químico envolvido na obtenção de bebidas alcoólicas fermentadas e bebidas destiladas, buscando avaliar as melhores condições de operação que resultam em um produto de qualidade dentro dos padrões exigidos por legislação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho foi realizado a partir da necessidade de compreender as formulações químicas envolvendo as bebidas alcoólicas e suas especificidades, para assim entendermos melhor suas composições e parâmetros químicos envolvendo as mesmas, no intuito de conscientizar a sociedade aos riscos que podem ser causados caso fuja do parâmetro necessário para produção das bebidas alcoólicas caseiras. Com isso, será demonstrado os resultados da pesquisa com desígnio de apresentar a avaliação dos processos químicos envolvidos na produção de variados tipos de bebidas alcoólicas.

De acordo com Marconi e Lakatos (2003, p.231). “É aqui que são transcritos os resultados, agora sob forma de evidências para a confirmação ou a refutação das hipóteses. Estas se dão segundo a relevância dos dados, demonstrados na parte anterior.”

5.1 PARÂMETROS DE PROCESSAMENTO DE BEBIDAS ALCOÓLICAS

Como é demonstrado na **Tabela 7**, pode-se analisar as melhores condições para um melhor processamento das bebidas tendo como principais, a temperatura, o pH e a oxidação presente nesse processo. No entanto, após essa análise é possível categorizar os estudos de acordo com cada bebida apresentada.

Tabela 7: Melhores condições para o processo das bebidas alcoólicas

	Tipos de Bebidas	Condições		
		Temperatura	PH	Oxidação
Fermentada	Cerveja	20 a 23°C	Mínimo:4,00 Maximo:4,20	4ppm
	Vinho	15 a 18°C	3,7	5 a 10 mg/L
	Fermentado de frutas	30°C	3,75	-
	Sidra	10 a 16°C	2,70	-
Destilada	Aguardente de cana	78°C	3,57 a 5,08	-
	Graspa	30 a 33°C	4,0 a 5,0	-
	Rum	-	4,5 a 4,8	-
	Uisque	78°C	4,1	-

Fonte: Adaptado de Venturini Filho (2016).

Embora existam alguns parâmetros para buscar a melhor condição da bebida, é importante entender que bebidas como cervejas, vinhos, sucos de frutas fermentados, entre outras, possuem diferentes classificações quanto à temperatura, as cervejas com temperaturas inferiores a 20°C continuam a ser próprias para consumo porque existem dois tipos de cervejas, Ale, que tem como melhor condição temperaturas entre 20 a 23°C, e Lager, que tem como melhor condição temperaturas entre 6 a 14°C, assim como os vinhos escuros, que tendem a fermentar a temperaturas superiores às dos vinhos brancos. O mesmo se aplica aos fermentos à base de frutas.

5.2 PRODUTOS PRINCIPAIS E COMPOSTOS SECUNDÁRIOS INDESEJÁVEIS NA CACHAÇA CERVEJA E VINHO

Os componentes das bebidas alcoólicas classificados como secundários constituem um grupo de produtos minoritários oriundos do processo de fermentação do mosto, tais como álcoois e outros hidrocarbonetos carbonilados superiores, isto é, com três ou mais átomos de carbono.

Se tratando da cachaça, também pode conter tanto contaminantes orgânicos quanto inorgânicos em sua composição. Alguns contaminantes orgânicos incluem carbamato de etila ($C_3H_7NO_2$) e metanol (CH_4O). A presença de cobre (Cu) destaca-se entre os materiais inorgânicos, a contaminação deste material deve-se principalmente ao processo de destilação quando realizado com alambiques de cobre (Venquiaruto, Dallago 2018). Analisando a (**Tabela 8**) podemos visualizar os compostos químicos secundários presentes na cachaça.

Tabela 8: Compostos secundários presentes na cachaça

Componentes	Unidade	Limite	
		Mínimo	máximo
Ésteres, expressos em acetato de etila	mg/100 mL de álcool anidro	-	200,0
Aldeídos, em acetaldeído	mg/100 mL de álcool anidro	-	30,0
Soma de álcoois superiores (npropílico, álcool isobutílico e álcool iso-amílico)	mg/100 mL de álcool anidro	-	360,0
Cobre	mg/L	-	5,0
Furfural	mg/100 mL de álcool anidro	-	5,0
Metanol	mg/100 mL de álcool anidro	-	20,0

Fonte: Adaptado de BRASIL (2005)

Os ésteres, um dos compostos secundários, são tipicamente produzidos durante a fase de fermentação e são o produto final da reação de esterificação entre um ácido e um álcool. Os fatores primordiais na formação do buquê da bebida são os ésteres por causa de seu aroma intenso, típico, agradável, pungente e suave. Dentre os ésteres presentes na cachaça, destaca-se o acetato de etila ($C_4H_8O_2$), que representa aproximadamente 80% de todo o conteúdo de ésteres. É importante notar que o ($C_4H_8O_2$), tem um comportamento errático em relação à concentração, exibindo uma agradável fragrância frutada em baixas concentrações e um sabor desagradável e enjoativo quando presente em altas concentrações (PINHEIRO, 2010; FICAGNA, 2005).

Os aldeídos da bebida distinguem-se pela volatilidade, contribuindo significativamente para as características sensoriais indesejáveis da bebida, muitas vezes de natureza enjoativas (PINHEIRO, 2010; FICAGNA, 2005). O aldeído mais notável é o furfural, responsável principalmente pelo cheiro forte e desagradável da cachaça. Alguns efeitos indesejados no organismo são atribuídos a esse aldeído, incluindo dores gastrointestinais, diarreia, dor de cabeça e vômitos (PINHEIRO, 2010).

A fragrância da cachaça é influenciada tanto por ésteres quanto por álcoois superiores. Porém, quando presentes em altas concentrações, impactam negativamente na qualidade do produto, causando dor de cabeça, náuseas e dores de estômago ao consumidor (CARUSO; NAGATO; ALABURDA, 2008; SOUZA; FABRICIO; 2012).

Em relação ao cobre, a impureza inorgânica primária da cachaça, alguns efeitos positivos na qualidade sensorial da cachaça têm sido atribuídos pela eliminação ou alteração estrutural de alguns congêneres indesejáveis, principalmente compostos sulfurosos como, por exemplo, o dimetil-sulfeto (C_2H_6S) (COUTINHO et al., 2012).

O metanol é outro componente secundário, porém indesejável, da cachaça. Sua produção está ligada à degradação microbológica da pectina, encontrada na cana-de-açúcar, ou dos ácidos encontrados no mosto. As moléculas do etanol se ligam à estrutura da pectina durante o processo de fermentação, incorporando-se à bebida (VILELA, 2005; MAIA, 1994).

Como citado na Tabela 1, nota-se os produtos e compostos secundários finais e as concentrações dessas substâncias no processo de cada bebida, onde pode-se analisar a porcentagem (%) de (CH_4O), os ácidos, incluindo ($C_2H_4O_2$), os ésteres como ($C_4H_8O_2$), aldeídos entre eles o (C_2H_4O) e os álcoois superiores, geralmente conhecidos como óleo fúsel, como, (C_3H_8O), ($C_4H_{10}O$) e ($C_5H_{12}O$).

Já se tratando dos produtos secundários do âmbito fermentados, podemos analisar a (Tabela 9) onde se observa os compostos secundários da cerveja e do vinho, juntamente com seus compostos secundários.

Tabela 9: Teor dos compostos secundários

Bebidas	Cobre (μml^{-1})	Zinco (μml^{-1})	Calcio (μml^{-1})	Magnésio(μml^{-1})
Cerveja	Max: 0,40	Max: 1,20	Max: 136,5	Max: 97,5
	Min: 0,15	Min: 0,58	Min: 48,1	Min: 26,6
Vinho	Max: 0,39	Max: 0,55	Max: 185,2	Max: 74,9
	Min: 0,15	Min: 0,20	Min: 65,4	Min: 11,5

(NAVARRO, 2006)

Como já citado anteriormente, compostos secundários são componentes que se formam através do processamento dos produtos principais. O cobre provem da

fermentação da bebida presente nos alambiques, e embora tenha um aroma mais agradável, se torna mais prejudicial devido a oxidação do material. Nota-se na tabela o teor de cobre máximo e mínimo presente nessas bebidas, onde o cobre tem máxima de $0,40\text{ ml}^{-1}$ e mínima de $0,15\text{ ml}^{-1}$ na cerveja, e no vinho, máxima de $0,39\text{ ml}^{-1}$ e mínima de $0,15$. Já o zinco, assim como o cobre, é um composto secundário provido da fermentação, tendo teor máximo de $1,20\text{ ml}^{-1}$ e mínimo de $0,58\text{ ml}^{-1}$ na cerveja, e máxima de $0,55\text{ ml}^{-1}$ e mínima de $0,20\text{ ml}^{-1}$ no vinho, que ingerido em alta quantidade causa problemas a saúde.

O Calcio Estabiliza a enzima alfa-amilase durante a mostura através da interação com os íons fosfatos produzindo fosfatos de cálcio, o que acarreta na diminuição dos valores do pH. Caso haja uma elevada concentração de íons de Ca^{+2} , a levedura terá um suprimento inadequado de nutrientes. Recomenda-se trabalhar na faixa de 20 a 150ppm, tendo máxima de $136,5\text{ ml}^{-1}$ e mínima de $48,1\text{ ml}^{-1}$ para cerveja, e máxima de $185,2\text{ ml}^{-1}$ e mínima de $65,4\text{ ml}^{-1}$ para o vinho. (BRIGGS, 2004)

O magnésio tem atuação semelhante aos íons de cálcio, reagindo com os íons fosfatos e diminuindo o pH, porém em menor escala. Isso se deve pois os sais formados são mais solúveis em água. Em grandes concentrações podem conceder um sabor azedo a cerveja. Recomenda-se trabalhar abaixo de 30ppm, tendo máxima de $97,5\text{ ml}^{-1}$ e mínima de $26,6\text{ ml}^{-1}$ para a cerveja, e máxima de $74,9\text{ ml}^{-1}$ e mínima de $11,5\text{ ml}^{-1}$ para o vinho. (BRIGGS, 2004)

5.3 RISCOS NA SAÚDE OCASIONADOS PELO USO DOS COMPOSTOS SECUNDÁRIOS

A quantidade e a variedade do uso de álcool sempre aumentaram ao longo do tempo. Atualmente, seu uso se difundiu em todos os escalões da sociedade, apesar das restrições de idade entre as gerações mais jovens. O uso de álcool é prevalente na sociedade moderna em todos os níveis do espectro social, econômico e cultural (BERTONI, 2006; ANTUNES, 2014).

Sobre o consumo de álcool em particular, Faccio (2008), Sales (2010) e Antunes (2014) são bem conclusivos em seus estudos. Segundo eles, é muito difícil analisar o

consumo de álcool e seus efeitos na saúde dos usuários porque, apesar da existência de evidências científicas e sinais de alerta de que essas bebidas são nocivas e prejudicam a vida social, econômica, profissional, de saúde e segurança das pessoas de maneira significativa, os governos ainda lhes dão alta prioridade.

Um estudo publicado recentemente na Nature em março de 2018, uma revista científica interdisciplinar britânica, demonstra como as bebidas alcoólicas aumentam o risco de câncer. Os cientistas foram capazes de observar uns compostos secundários da metabolização do álcool, o acetaldeído, danificando o DNA das células do sangue. Pesquisadores da Universidade de Cambridge forneceram mais informações sobre testes de fatores de risco de câncer, incluindo álcool. O aumento do risco do uso de álcool que leva à doença é bem conhecido: o INCA (Instituto Nacional do Câncer) associa o consumo a um maior risco de desenvolver cânceres de boca, faringe, laringe, esôfago, estômago, fêmur, intestino (cólon e reto) e mama (pré e pós-menopausa).

Esse risco foi examinado em detalhes em relação ao metabolismo das cobaias, que é uma melhoria em relação aos estudos populacionais que chamam a atenção para a ligação entre álcool e câncer, mas não fornecem uma explicação clara de como isso ocorre. Pesquisadores do Laboratório de Biologia Molecular da Universidade de Cambridge sequenciaram DNA de cobaias com altas doses de álcool e examinaram os cromossomos para tentar entender a relação. Eles foram capazes de ver através de seus testes que o acetaldeído, os compostos secundários do metabolismo do álcool, danifica as células do sangue. A substância faz com que o DNA dessas células seja "extinguido", fazendo com que os cromossomos se reorganizem de forma aleatória.

Segundo Bertolote (1997) e Bertoni (2006), o álcool é a terceira causa de doenças em todo o mundo e pode levar a uma variedade de doenças no organismo, incluindo gastrite, cirrose hepática, infertilidade, hemorragia, neuropatia periférica, trombose, câncer, demência, anorexia induzida pelo álcool e muitos outros. Como pode-se perceber, o consumo de álcool afeta todos os órgãos do corpo, incluindo os olhos, coração, cólon/intestino grosso, intestino delgado, vários órgãos aéreos, órgãos relacionados ao sexo, sistema imunológico, boca e fêmur. Na maioria das situações, seus efeitos são devastadores.

Segundo Bertoni (2006), nenhum país conseguiu banir completamente o consumo de álcool. Diferentes alternativas são empregadas, como a conscientização da população

sobre os malefícios causados pelo álcool, a imposição de restrições ao consumo e, em alguns países, a repressão. No entanto, nenhum país obteve resultados satisfatórios após a implementação da Lei Seca. Por exemplo, nos Estados Unidos, o mercado negro foi mais incentivado do que nunca e, segundo alguns autores, isso nunca aconteceu na história da nação.

O cobre é um composto secundário da cachaça e é feito do mesmo material dos alambiques. Há formação interna de "azinhavre" (carbonato básico de cobre) durante o processo de destilação ou quando o alambique não está em uso. Essa mistura líquida de $CuCO_3Cu(OH)_2$, que é dispersada por vapores de ácidos alcoólicos, é o que causa a contaminação da bebida. Apesar de apresentar aromas mais agradáveis do que os encontrados nas aguardentes destiladas em alambiques de alumínio, a cachaça produzida em alambiques de cobre pode trazer efeitos negativos à saúde, principalmente quando esse metal está presente em concentrações relativamente maiores. Uma quantidade excessiva de cobre pode ser prejudicial devido à afinidade do metal por grupos S-H de diversas proteínas e enzimas, que estão ligados a uma série de doenças.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de bebidas alcoólicas no Brasil tem apresentado um crescimento nos últimos anos mesmo com o advento da pandemia da Covid-19 em 2020. A produção caseira, já existente, motivou-se ainda mais, em parte, pelas condições de isolamento, as quais restringiu a circulação e comparecimento a locais públicos, desencadeando em algumas pessoas, o desejo por produzir sua própria bebida caseira. Porém, com o desejo de as produzirem, vem também os riscos de fabrica-las de forma indevida, podendo vir a prejudicar a saúde caso ultrapasse os níveis tolerados dos compostos químicos que envolve a bebida.

Com base no referencial teórico adotado no estudo, foi possível analisar as especificidades das matérias-primas e os processos químicos envolvidos na formulação de diferentes bebidas estudadas. Observando as melhores condições de operação norteadas pelos parâmetros de processo, tais como Temperatura e pH, o que reflete diretamente nos compostos e nas suas respectivas concentrações que podem ser formados durante o processo de elaboração da bebida. Nesse sentido, entender cada etapa e melhores condições, permite obter uma bebida com melhor qualidade, evitando assim que, compostos secundários, considerados tóxicos em limites excedidos, possam ser ingeridos, provocando riscos à saúde, ou até mesmo, levando à morte do indivíduo.

7. REFERÊNCIA

AMABIS *et al.* **Biologia dos organismos**. São Paulo: Moderna, 2004.

CARLOS, Antonio. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

ANTUNES; SOUZA, João Cesar de. **O consumo de bebidas alcoólicas**: um fator de risco para além do alcoolismo. 2014. 1 v. Tese (Doutorado) - Curso de Biologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

ARAÚJO; ALMEIDA. A avaliação da efetividade do relaxamento na variação dos sintomas da ansiedade e da fissura em pacientes em tratamento de alcoolismo. **Boletim da Saúde**. Porto Alegre, p. 136-142. maio 2005.

ARAÚJO *et al.* Processo biotecnológico para obtenção de novos produtos fermentados do fruto do caju por linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. **Biotecnologia**, São Paulo, n. 38, p. 1161-1168, jun. 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21069555>. Acesso em: 27 out. 2022.

AMOROSO, Marta. Crânios e cachaça: coleções ameríndias e exposições no século XIX. **Revista da História**, São Paulo, v. 154, p. 25-29, jun. 2006.

BEATO, M.. **Guia de vinhos**. Editora Larousse do Brasil, 2010.

BELANDI, Caio. **Impulsionado pelas mulheres, consumo de álcool cresce entre brasileiros em 2019 | Agência de Notícias**. Disponível em: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/29472-impulsionado-pelas-mulheres-consumo-de-alcool-cresce-entre-brasileiros-em-2019#:~:text=Destaques,2013%20\(12%2C9%25\)>](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/29472-impulsionado-pelas-mulheres-consumo-de-alcool-cresce-entre-brasileiros-em-2019#:~:text=Destaques,2013%20(12%2C9%25)>). Acesso em: 16 nov. 2022.

BERTOLETE, J. M. Conceitos em alcoolismo. In: RAMOS, S. P.; BERTOLETE, J. M. (Org.). **Alcoolismo hoje**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. p. 18-31.

BERTONI, LM. (2006). Reflexões sobre a história do alcoolismo. *Revista Fafibe On Line*; p. 149-50.

BOKULICH, N. A.; BAMFORTH, C. W. The microbiology of malting and brewing. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. v. 77, n. 2, p. 157-172, 2013.

BRAUDEL, Fernand. **Civilização Material e Capitalismo, séculos XV- XVIII**. Volume. I: As estruturas do cotidiano. Rio de Janeiro: Edições Cosmos, 1970.

BRASIL. **Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm>. Acesso em: 01 novembro de 2022.

BREDA, M. H. **Cerveja artesanal**. In: VENTURINI FILHO, W. G. Bebidas alcoólicas: Ciência e Tecnologia. 2ed. São Paulo: Blucher, 2016. Capítulo 4. p. 85-111.

BRIGGS, D. E., BROOKES, P. A., STEVENS, R., BOULTON, C. A. Brewing: Science and Practice. 1 ed. Elsevier, 2004

BRUNELLI, Luciana Trevisan. **Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel**. 85 f, 2015. Tese do curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Agronômicas. Botucatu, 2015.

PIRES BRITO, S. B.; BRAGA, I. O.; CUNHA, C. C.; PALÁCIO, M. A. V.; TAKENAMI, I. Pandemia da COVID-19: o maior desafio do século XXI. **Vigil Sanit Debate, Rio de Janeiro**, "Rio de Janeiro, Brasil", v. 8, n. 2, p. 54–63, 2020. DOI: 10.22239/2317-269X.01531. Disponível em: <https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/1531>. Acesso em: 24 out. 2022.

BUGLASS, A.J., **Handbook of Alcoholic Beverages: Technical, Analytical and Nutritional Aspects I and II**, JohnWiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, 1–2, 2011.

CARNEIRO, Henrrique. **Pequena Enciclopédia da Historia das Drogas e Bebidas**: : história e curiosidades sobre as mais variadas drogas e bebidas. 2005. 1 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

CLAY, J. M.; PARKER, M. O. Alcohol use and misuse during the COVID-19 pandemic: a potential public health crisis? **The Lancet Public Health**, v. 5, n. 5, p. e259, maio 2020.

DRAGONE, G.; OLIVEIRA E SILVA, T. A.; ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G (Coord.). Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia. São Paulo: Blucher, 2019. p. 51-84.

BERTOLETE, J. M. Problemas sociais relacionados ao consumo de álcool. Em S. P. Ramos & J. M. Bertolote (Orgs.), *Alcoolismo hoje*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

BERTONI, Luci Maia. Reflexões sobre a história do alcoolismo. Faculdades Integradas Fafibe – Bebedouro, SP, 2006.. Disponível:

<http://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistafafibeonline/sumario/10/19042010095212.pdf> Acesso em: 24 Set. 2022.

BUGLASS, AJ, McKay, M., Lee, CG, 2011. **Manual de Bebidas Alcoólicas: Aspectos Técnicos, Analíticos e Nutricionais**. 2 Volumes. Wiley, Chichester. Disponível em: <http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0470512024.html>. Acesso em: 19 de julho de 2022.

BORRESEN, E.C., et al., 2012. **Fermented foods: patented approaches and formulations for nutritional supplementation and health promotion**. Rec. Pat. Food Nutr. Agric.4, p.134–140.

CARUSO M. S. F.; NAGATO L. A. F.; ALABURDA J. **Avaliação do teor alcoólico e componentes secundários de cachaças**. Rev. Inst Adolfo Lutz, São Paulo, v. 67, n.1, p. 28-33, abr. 2008.

CEREDA, M. P. Cervejas. In: AQUARONE et al . *Biotecnologia alimentos e bebidas produzidos por fermentação*. São Paulo: Edgar Blücher, 1983. Cap. 3, p. 46
MARTINS, S. M. *Como fabricar cerveja* . 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991.

COUTINHO E. P.; RAMOS Z. N. S.; ALVES A. S.; OLIVEIRA R. E. **Boas práticas de fabricação de cachaça de alambique: visão técnica versus empresarial**. UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde, 2012. Disponível em: <https://journalhealthscience.pgsskroton.com.br/article/view/930>. Acesso em: 28 Ago. 2022

CISA. **Relatório Global sobre Álcool e Saúde - 2018 - CISA - Centro de Informações sobre Saúde e Álcool**. Disponível em: <<https://cisa.org.br/pesquisa/dados-oficiais/artigo/item/71-relatorio-global-sobre-alcool-e-saude-2018>>. Acesso em: 16 nov. 2022.

DHAR *et al.* **Produção de álcool de banana e aproveitamento de resíduo de banana.** 2013. 2 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, 2013.

DRAGONE, G.; ALMEIDA e SILVA, J. B. Cerveja. In VENTURINI FILHO, W. G. Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnologia. Vol. 1 São Paulo: Blucher, 2010. p. 31-33.

DRAGONE, G. et al. Uísque. In: VENTURINI FILHO, W. G (Coord.). **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia.** São Paulo: Blucher, 2019. p. 490-517.

DRAGONE, G.; OLIVEIRA E SILVA, T. A.; ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G (Coord.). **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia.** São Paulo: Blucher, 2019. p. 51-84.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Alcoholic Drinks: quarterly statement Q1.** London: Euromonitor International, 2018b.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2008

FACCIO, GILVANE. Alcoolismo: um caso de saúde pública. Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Faculdade de Medicina – Departamento de Medicina Social. Trabalho do Curso de Especialização em Saúde Pública (2008) Disponível: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/15412>. Acesso em: 25 Set. 2022

FERREIRA, E. C.; MONTES, R. **A química da produção de bebidas alcoólicas. Produção de Bebidas Alcoólicas.** Química Nova Na Escola. N° 10, 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/exper1.pdf>. Acesso em :15 de agosto de 2022.

FERREIRA, R.H.; VASCONCELOS, M.C.R.L.; JUDICE, V.M.M.; NEVES, J.T.R. Inovação na fabricação de cervejas especiais na região de Belo Horizonte. **Perspectivas em Ciência da Informação**, n. 16, p. 171-191, 2011.

FICAGNA, E. Influência do tempo de maceração à composição química do fermentado e do destilado de pêssego [*Prunus pérsica* (L) atsch]. Cv.Chiripá. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

FOGAÇA, J. R. V. **Bebidas alcoólicas**. Preparaenem, 2022. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/quimica/bebidas-alcoolicas.htm>. Acesso em: 22 de julho de 2022.

FONSECA, Sophia Sampaio. **PROJETO DE DESTILAÇÃO DO ÁLCOOL NEUTRO PARA A PRODUÇÃO DE BEBIDAS ALCOÓLICAS RETIFICADAS**. 2020. 55 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020.

GUARDALUPE, P. **Os efeitos do okara no crescimento de ratos, fermentação cecal e lipídios séricos**. 2007. 225 f., 2007.

Hatoum R., Labrie S., Fliss I. (2012). Identification and partial characterization of antilisterial compounds produced by dairy yeasts. *Probiotics Antimicrob. Proteins* 1–10 10.1007/s12602-012-9109-8

IBRAVIN. **História do vinho no Brasil**. IBRAVIN – Instituto Brasileiro do Vinho, 1998. Disponível em: www.ibravin.org.br/Historia-do-Vinho-no-Brasil. Acesso em: 24 Set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa industrial anual – PIA Produto. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5807> Acesso em 26 de outubro de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa industrial anual** – PIA Produto. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5807> Acesso em 28 Ago. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saúde 2019**. Rio de Janeiro: Diretoria de Pesquisas Coordenação de Trabalho e Rendimento - Coren, 2019.

JUNIOR *et al.* **Biologia**. São Paulo: Saraiva, 2003.

LIMA, U. A. Licores. In: VENTURINI FILHO, W. G (Coord.). **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2019. p. 533-557.

MACEDO, G. A. et al. **Bioquímica experimental de alimentos**. São Paulo: Varela, 2010.

MAICAS, S. The role of yeasts in fermentation processes. *Microorganisms*. v. 8, n. 8, 1142, 2020.

GUERRA, C. C.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZANUS, M. C.; CAMARGO, U. A. Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos. **Embrapa Uva e Vinho**, 2005.

MASTERTON, W.L. e SLOWINSKI, E.J. **Química geral superior**. 4ª ed. Trad. D.C. Dias Neto e A. F. Rodrigues. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978.

MUXEL, A. **Fundamentos de Fabricação de Cerveja**. Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, 2016.

NAVARRO, Miguel. **Copper, zinc, calcium and magnesium contents in alcoholic beverages and by-products from Spain: nutritional supply**. 2006. 18 f. Tese (Doutorado) - Curso de Farmacia, Nutrition And Food Science, University Of Granada, Spain, 2006.

Organização Mundial da Saúde (OMS). Relatório Global sobre Álcool e Saúde - 2018. Genebra, Suíça. Disponível em: <<https://www.who.int/publications-detail/global-status-report-on-alcohol-and-health-2018>>. Acesso em 25 de novembro de 2022.

PALMER, J. **How to Brew**. Everything You Need to Know to Brew Great Beer Every Time. 2011.

Petersen E, Wasserman S, Lee SS, Go U, Holmes AH, Abri SA, et al. COVID-19: **we urgently need to start developing an exit strategy**. Int J Infect Dis 2020; 96:233-9.

PINHEIRO, S. H. M. Avaliação sensorial das bebidas aguardente de cana industrial e cachaça de alambique. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. Tese de Doutorado, 2010.

Razi, A., Meryam, S., 2015. Imobilização enzimática: uma visão geral sobre nanopartículas como matriz de mobilização. Bioquímica. Anal. Bioquímica. 4, 1-8. Disponível em: <https://www.omicsonline.org/open-access/enzyme-immobilization-overview-on-nanoparticles-as-immobilization-matrix-2161-1009-1000178.pdf>. (Acessado em 15 de outubro de 2022).

RIZZON, L.A.; MANFROI, V.; MENEGUZZO, J. Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 24p, 1998.

ROSA, N.A.; AFONSO, J.C.; A Química da Cerveja. **Quím. Nova**, v. 37, n 2, p. 98-105, 2014.

ROITIMAN, V. **Curso de formação de operadores de refinaria: Operações Unitárias**. Curitiba: Unicenp, 2002. p.50

SALES, Eliana. Aspectos da história do álcool e do alcoolismo no século XIX. Dissertação de mestrado em História do Curso de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pernambuco (2010). Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/cadernosdehistoriaufpe/article/viewFile/110065/21988>. Acesso em: 25 Set. 2022

SANTOS, S. P. **Os Primórdios da Cerveja no Brasil**. Ateliê Editorial: Cotia, 2003.

SARDELLA, A. **Curso de Química – Química Geral**. v. 1. 23ª ed. São Paulo: Ática, 1997.

SEADER, J. D.; SIIROLA, J. J.; BARNICKI, S. D. Distillation. In: PERRY, R. H.; GREEN, D. W.; MALONEY, J. O. (Eds). **Perry's Chemical Engineers' Handbook**. 7 ed. New York: McGraw, 1997. Cap. 13.

SHIROMA, S., et al., 2014. **Aprimoramento da fermentação do etanol em levedura de saquê *Saccharomyces cerevisiae*, interrompendo a função da mitofagia**. Aplic. Ambiente. Microbiol. 80, 1002-1012. Disponível em: <http://aem.asm.org/content/80/3/1002.full.pdf>. Acesso em: 01 de agosto de 2022.

SHOKOOHI M, NASIRI N, SHARIFI H, BARAL S, STRANGES S. **A syndemic of COVID-19 and methanol poisoning in Iran: time for Iran to consider alcohol use as a public health challenge** Alcohol 2020; 87:25-7.

SOLANGE, A., et al., 2014. **No mundo em desenvolvimento, a fermentação é uma das tecnologias mais antigas utilizadas para processamento e conservação de alimentos**. Sou. J. Res. Comum. 5, 103- 153. Disponível em: http://www.usa-journals.com/wp-content/uploads/2014/04/Solange_Vol25.pdf. Acesso em: 10 de agosto de 2022.

TECHNAVIO. **Global Alcoholic Drinks Market 2016-2020**. Disponível em <http://www.technavio.com/report/global-alcoholic-beverages-alcoholic-drinks-market> Acesso em 15 Ago. 2022

VENQUIARUTO, Luciana Dornelles; DALLAGO, Rogério Marcos. **Química das Bebidas**. Erechim: Edifapes, 2018.

VIANA, Fernando Luiz E. (org.). INDÚSTRIA DE BEBIDAS ALCOÓLICAS. **Caderno Sensorial Etene**. Fortaleza, p. 1-4. maio 2018. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1018/1/2018_CDS_32.pdf. Acesso em: 25 out. 2022.

VILELA, Anderson F. **Estudo da adequação de critérios de boas práticas de fabricação na avaliação de fábricas de cachaça de alambique**. 2005. 96 f. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de Pesquisa**. 2. ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/ UFSC, 2013. 134 p. Disponível em: <http://arquivos.eadadm.ufsc.br/EaDADM/UAB_2014_2/Modulo_1/Metodologia/materialdidatico/Livro%20texto%20Metodologia%20da%20Pesquisa.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

Zhao, P., et al., 2017. Caracterização comparativa de compostos de aroma em vinho merlot por análise de diluição de extrato de aroma à base de LiChrolut-EN e valor de atividade de odor. *Chemosens. Percepção*, 1-12. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12078-017-9236-4>. (Acessado em 15 de outubro de 2022).