



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CAMPUS AGRESTE  
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE  
QUÍMICA - LICENCIATURA**

**MAYARA LETÍCIA DE SOUZA**

**A QUÍMICA DA CERVEJA: UMA PROPOSTA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA  
PARA LINCENCIANDOS EM QUÍMICA**

**CARUARU  
2023**

**MAYARA LETÍCIA DE SOUZA**

**A QUÍMICA DA CERVEJA: UMA PROPOSTA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA  
PARA LINCENCIANDOS EM QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Química - Licenciatura do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciada em Química.

**Área de concentração:** Ensino de química.

**Orientador(a):** Ricardo Lima Guimarães

**CARUARU**

**2023**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Souza, Mayara Letícia de .

A química da cerveja: Uma proposta de alfabetização  
para licenciandos em química / Mayara Letícia de Souza. -  
Caruaru, 2023.

50p. : il.

Orientador(a): Ricardo Lima Guimarães

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal de Pernambuco, Centro  
Acadêmico do Agreste, Química - Licenciatura, 2023.  
Inclui referências, apêndices.

1. Química. 2. Cerveja. 3. Alfabetização Científica. I.  
Guimarães, Ricardo Lima. (Orientação). II. Título.

540 CDD (22.ed.)

## **MAYARA LETÍCIA DE SOUZA**

### **A QUÍMICA DA CERVEJA: UMA PROPOSTA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA PARA LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Química - Licenciatura do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciada em Química.

Aprovada em: 03 / 10 / 2023.

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Ricardo Lima Guimarães (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Júlio Cosme Santos da Silva (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Alagoas

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me dar força e orientação ao longo deste desafiador caminho acadêmico. Sua graça e sabedoria foram minha luz e inspiração, guiando-me nas horas de incerteza e dando-me a determinação necessária para perseverar até o fim.

À minha família, por todo apoio e confiança em mim, o investimento na minha educação e a certeza de que eles sempre seriam um porto seguro para onde voltar, foram pontos primordiais para seguir nessa jornada.

Aos meus amigos, agradeço por todas as risadas, conselho e apoios por todas as rodas de conversa, em especial as acompanhadas de uma cerveja gelada, sem dúvidas, vocês foram inspiração para esse estudo.

Aos amigos que fiz na UFPE, sempre os levarei no coração, tudo se tornou mais leve por ter vocês ao meu lado, torço muito pelo sucesso de vocês, um grande abraço aos queridos: Paloma, Sidmar, Joice, Cariny, Edilma, Jordhan, Janaína e outros que passaram pelo grupo do “é 10”. E ao meu querido amigo, Diego Ferreira o qual conheci nos corredores do CAA e o levo sempre no meu coração por sua amizade e carinho por mim.

Agradeço em especial a Egon Martins, pois ao longo deste caminho desafiador, você esteve ao meu lado, me apoiando incondicionalmente em todas as etapas, suas palavras de incentivo, seu amor e principalmente sua paciência foram âncora que me manteve firme em meio às tempestades acadêmicas, e nos momentos em que duvidei de mim mesma, você sempre esteve lá para lembrar do meu potencial e da minha capacidade.

Por fim, a todos os mestres que contribuíram com a minha formação, de certeza excelentes, por todos os ensinamentos químicos, por serem exemplos de profissão e inspiração para o meu futuro. Em especial ao meu orientador, o Dr. Ricardo Guimarães, por seu encanto pela química orgânica e a leveza no ensinar, por toda paciência e contribuição na construção desse trabalho e por acreditar em mim durante todo o processo. O meu sucesso até aqui dedico a vocês!

## RESUMO

A alfabetização científica é um resultado que pode ser obtido a partir de um conjunto de metodologias que nos fornece possibilidades de trabalhar junto ao aluno aspectos científicos com transversalidade aos assuntos sociais, tornando a ciência palpável ao cotidiano do discente. Com isso, o objetivo desse presente estudo foi produzir um material de divulgação científica sobre os aspectos químicos da cerveja, com o propósito de explorar a alfabetização científica em licenciandos em química. O minicurso elaborado com a temática “Química da Cerveja”, abordou aspectos históricos, químicos e bioquímicos envolvidos na produção dessa bebida. A aplicação desse material foi realizada de forma remota. A princípio foram consideradas as informações iniciais que os alunos já tinham sobre a temática, e durante a apresentação eram levantadas questões pertinentes para que fosse despertada a curiosidade e o instinto investigativo do aluno, característica primordial que o alfabetizado cientificamente desenvolve. Após essa aplicação constatou-se que o tema abordado pode ser debatido desde seus aspectos técnicos, envolvendo uma linguagem científica da química, aos aspectos socioculturais. Desse modo, os objetivos inicialmente propostos foram contemplados, uma vez que o material de divulgação científica produzido e aplicado proporcionou o despertar da alfabetização científica entre os participantes, por meio das discussões realizadas.

Palavras-chave: Alfabetização Científica; Cerveja; Química.

## **ABSTRACT**

Scientific literacy is a result that can be obtained from a set of methodologies that provide us with possibilities to work with students on scientific aspects that intersect with social issues, making Science tangible in the student's daily lives. Therefore, the aim of this present study was to produce a scientific outreach material on the Chemical aspects of beer, with the purpose of exploring scientific literacy among chemistry education students. The mini course developed with the theme "Chemistry of Beer" addressed historical, Chemical and biochemical aspects involved in the production of this beverage. The application of this material was done remotely. Initially considering the initial information that students already had about the topic, and during the presentation, relevant questions were raised to spark the students' curiosity and investigative instinct, a fundamental characteristic that scientifically literate individuals develop. After this application, it was observed that the topic could be discussed from its technical aspects. Thus, the initially proposed objectives were achieved, as the produced and applied scientific outreach material led to the awakening of scientific literacy among the participants through the discussions that took place.

Keywords: Scientific literacy; Beer; Chemistry.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	10
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
3.1	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	11
3.2	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E ENSINO DE QUÍMICA .....	13
3.3	A QUÍMICA DA CERVEJA.....	15
<b>3.3.1</b>	<b>Histórico, dados de produção e consumo .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3.2</b>	<b>O que é a cerveja?.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Ingredientes da cerveja.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Processo de Produção.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Tipos de cerveja .....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	28
<b>4.1.1</b>	<b>Quanto à natureza .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Quanto à abordagem.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Quanto aos objetivos .....</b>	<b>29</b>
4.2	DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO .....	29
4.3	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....	29
4.4	ANÁLISE DE DADOS .....	30
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
5.1	DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA E CONHECIMENTOS PRÉVIOS .....	32
5.2	IDENTIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	34
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>
	<b>APÊNDICE A – MATERIAL PARA DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA....</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Alfabetização Científica (AC) surgiu nos Estados Unidos com o pesquisador Hurd, no ano de 1957 (Oliveira, 2020). O termo “*Scientific Literacy*” foi introduzido por ele para designar-se a necessidade de aproximar a ciência e a comunidade através do ensino. Quando traduzido para o português, permeia por diversos significados, uma vez que a língua portuguesa possui uma grande variedade semântica, e cada uma das traduções possui uma interpretação diferente, mas complementares, do termo inicialmente descrito na língua inglesa (Oliveira, 2020).

Alfabetização Científica, Enculturação Científica e Letramento Científico são os termos em português que mais se aproximam do sentido proposto por Hurd. Autores definem a enculturação científica como um processo de aprendizagem do ensino de ciências, em que o aluno entra em contato com uma nova forma de observar os fenômenos existentes e tem a competência de explicá-los através de novos conceitos e de uma nova linguagem (Capecchi *et al.*, 2002). Ou seja, a enculturação científica traz uma nova perspectiva e cultura ao discente.

Capecchi *et al.* (2002) também abordam a enculturação como uma forma de ir além dos limites da sala de aula e se conectar com a cultura do dia a dia do indivíduo. Por outro lado, outros autores podem se opor à definição de letramento científico, introduzindo-o como um vocábulo relacionado à natureza social da educação científica e enfatizando a função social associada à educação científica. Enquanto a alfabetização científica é possível ser definida, segundo Oliveira (2020, p. 28), como “distinção entre a capacidade e a competência dos sujeitos que realizam estudo através do foco no direcionamento, na participação, nos procedimentos de decisões de forma cotidiana”.

Para essa pesquisa, iremos utilizar a expressão Alfabetização Científica, visto que a AC é mais um recurso para a propagação do conhecimento científico e construção de novas habilidades e aplicabilidades dos conceitos científicos no cotidiano do discente (Oliveira, 2020).

Para que a alfabetização científica dos indivíduos seja promovida, é essencial que sejam utilizados instrumentos que possam contribuir para a transposição dos conhecimentos. A divulgação científica é introduzida como uma direção para tal. Magalhães, Silva e Gonçalves (2012, p. 23) apontam que há diversos meios e mídias para a veicular a divulgação científica para a sociedade, por intermédio de

diversos profissionais, como jornalistas, cientistas, educadores em ciências através de concepções teóricas e filosóficas.

Com isso, não podemos separar os conceitos de divulgação científica do conceito de alfabetização científica, pois um complementa o outro, sendo a divulgação não apenas a transmissão dos conhecimentos científicos, mas como também o entendimento do processo de produção desses conhecimentos. Assim, a divulgação científica é mais uma ferramenta para realização da alfabetização científica (São Tiago, 2010).

O problema dessa pesquisa se baseia na introdução da alfabetização científica de licenciandos em química, utilizando a produção de cervejas como um tema sócio científico para trabalhar a assimilação de conceitos orgânicos e bioquímicos envolvidos no processo de produção dessa bebida. E com isso foi levantada a seguinte questão: “como a temática Química da cerveja pode colaborar com a promoção de alfabetização científica em licenciandos em química?”, com o intuito de produzir um material de divulgação científica em formato de minicurso, o qual foi aplicado de modo virtual a licenciandos em química.

Dessa forma, essa pesquisa visou contribuir com um material de divulgação científica no âmbito da Bioquímica e Química Orgânica relacionando os processos envolvidos na produção da cerveja, e com isso aproximar os discentes em licenciatura em química dessa metodologia, que pode ser aplicada nos mais variados temas da ciência.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar como a temática “Química da cerveja” pode ser aplicada na alfabetização científica de licenciandos em química.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um material didático para abordagem da temática “Química da cerveja” relacionando os processos químicos e bioquímicos envolvidos na produção dessa bebida.
- Avaliar a aplicabilidade dessa temática como instrumento para promover a alfabetização científica, através da vivência dos participantes em um minicurso/oficina aplicando o material produzido.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Para entendermos o conceito de alfabetização científica, precisamos compreender o que é a própria alfabetização, para Paulo Freire (1980, p. 111) "...a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes." Ou seja, para se alfabetizar é necessário mais do que saber, mas poder utilizar e compreender como os conceitos estudados se aplicam na vida.

Paulo Freire continua pontuando esse aspecto quando fala na sua obra que a alfabetização "(...) implica numa autoformação de que possa resultar em uma postura interferente do homem sobre o seu contexto" (1980, p.111). Em que o alfabetizado tem o poder de mudar a sua realidade interna e externa através dos conceitos aprendidos.

Podemos então vincular a alfabetização de Paulo Freire com os conceitos de Hurd sobre a Alfabetização Científica (AC), onde o autor na sua obra "*Curriculum and survival*" (tradução: Currículo e sobrevivência), de 1958, pontua questões onde a ciência surge no dia a dia, como podemos ver no trecho a seguir:

Plásticos e pesticidas, bióticos e detergentes, silicões e elementos sintéticos introduziram o mundo moderno da química. Metade dos produtos químicos em uso hoje eram desconhecidos há 10 anos. As drogas tranquilizantes fornecem uma ferramenta de pesquisa para o estudo da mente humana; Moléculas "marcadoras" fornecem informações sobre células vivas, e os desenvolvimentos em vacinas contra vírus prometem um mundo livre de doenças. A biofísica e a bioquímica estão nos aproximando cada vez mais da compreensão da natureza. (Hurd, 1958, p. 13; tradução nossa).

Com isso Paul Hurd enfatiza a presença da ciência nas nossas vidas e em seguida aponta a importância do aprender ciência.

Mesmo o observador casual reconhece que a ciência com suas aplicações na tecnologia tornou-se o aspecto mais característico da sociedade moderna. Tentativas de definir os valores humanos, de entender os problemas sociais, econômicos e políticos de nossos tempos, ou validar a educação da ciência moderna são irrealistas. Mais do que o conhecimento casual de forças e fenômenos científicos é essencial para uma cidadania efetiva hoje. O ensino de ciências não pode mais ser considerado um luxo intelectual para poucos. Se a educação for considerada como um compartilhamento das experiências da cultura, a ciência deve ter um lugar significativo no currículo moderno, desde a primeira até a última série. (Hurd, 1958, p. 13; tradução nossa).

Mesmo sendo conceitos apresentados no ano de 1958, nunca foi tão atual falar que a ciência não deve ser um privilégio para poucos, e que a mesma deve ser ensinada e entendida como parte da nossa natureza, entender a ciência é conhecer o nosso próprio mundo e os fenômenos que nos rodeiam. A alfabetização científica nos apresenta uma ferramenta para poder tornar tangível ao aluno os saberes que a ele são atribuídos, e que, de alguma forma, faça “sentido” aprender e compreender os conceitos científicos.

No ano de 1997, Hurd complementa o conceito de AC quando cita que ela deve ser contínua e consistente entre o ensino e os acontecimentos e discorre sobre competências ao qual um indivíduo alfabetizado cientificamente deve possuir.

Quadro 1 – Características do alfabetizado cientificamente.

- Distingue os especialistas do desinformados.
- Distingue teoria de dogma e dados de mito e folclore, reconhece que todos os fatos da vida de alguém foram influenciados de uma forma ou de outra pela ciência/tecnologia.
- Sabe que a ciência em contextos sociais muitas vezes tem dimensões políticas, judiciais, éticas e às vezes interpretações morais.
- Percebe as formas como a pesquisa científica é feita e como os resultados são validados.
- Usa o conhecimento científico quando apropriado na tomada de decisões sociais e de vida, formando julgamentos, resolução de problemas e ação.
- Distingue ciência de pseudociência, como astrologia, charlatanismo, ocultismo e superstição.
- Reconhece a natureza cumulativa da ciência como uma “fronteira sem fim”.
- Reconhece os pesquisadores científicos como produtores de conhecimento e os cidadãos como usuários da ciência do conhecimento.
- Reconhece lacunas, riscos, limites e probabilidades na tomada de decisões envolvendo um conhecimento de ciência ou tecnologia.
- Sabe como analisar e processar informações para gerar conhecimento que vai além dos fatos.
- Reconhece que os conceitos, leis e teorias da ciência não são rígidos, mas essencialmente têm uma qualidade orgânica; eles crescem e se desenvolvem; o que é ensinado hoje pode não ter o mesmo significado de amanhã.
- Sabe que problemas científicos em contextos pessoais e sociais podem ter mais de um “certo” responder, especialmente problemas que envolvem ações éticas, judiciais e políticas.
- Reconhece quando uma relação de causa e efeito não pode ser desenhada. Compreende a importância da pesquisa em si mesma como produto da curiosidade de um cientista.
- Reconhece que nossa economia global é amplamente influenciada pelos avanços da ciência e tecnologia.
- Reconhece quando questões culturais, éticas e morais estão envolvidas na resolução ciência-social de problemas.
- Reconhece quando não se tem dados suficientes para tomar uma decisão racional ou formar uma opinião confiável.
- Distingue evidência de propaganda, fato de ficção, sentido de absurdo e

conhecimento de opinião.

- Vê os problemas científicos-sociais e pessoais-cívicos como exigindo uma síntese do conhecimento de diferentes áreas, incluindo ciências da naturais e sociais.
- Reconhece que há muito não conhecido em um campo da ciência e que a descoberta mais significativa pode ser anunciada amanhã.
- Reconhece que a alfabetização científica é um processo da aquisição, análise, síntese, codificação, avaliando e utilizando realizações em ciência e tecnologia em contextos humanos e sociais.
- Reconhece as relações simbióticas entre ciência e tecnologia, e entre ciência, tecnologia e assuntos humanos.
- Reconhece a realidade cotidiana de maneiras pelas quais a ciência e a tecnologia servem ao ser humano capacidades adaptativas e enriquece o próprio capital.
- Reconhece que os problemas ciência-sociais são geralmente resolvidos de forma colaborativa em vez de ação individual.
- Reconhece que a solução imediata de um problema científico-social pode criar uma relação problema mais tarde.
- Reconhece que soluções de curto e longo prazo para um problema podem não ter a mesma resposta.

Fonte: Adaptado de Hurd (1997) (tradução nossa).

Essas características da alfabetização científica não são ensinadas diretamente, mas estão inseridas em aulas dinâmicas nas quais os alunos se envolvem na resolução de problemas, conduzindo investigações ou desenvolvendo projetos. Apoiar experiências de laboratório e de campo são consideradas atividades de cidadania. Como professores, precisamos estar continuamente cientes de que a compreensão da ciência pelo público difere conceitualmente das formas tradicionais nas quais as disciplinas de ciências são estruturadas.

### 3.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E ENSINO DE QUÍMICA

No ensino da química esses conceitos não se aplicam de forma diferente, a Química é um ramo da ciência que estuda e explica os conceitos químicos relacionados à matéria e suas transformações, e esses fenômenos estão entrelaçados ao dia a dia do discente. A AC é mais uma ferramenta para averiguar a aplicação do ensino de química e o entendimento do discente, acerca da química na sua realidade.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo que apresenta um “conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais” e tem como principal objetivo assegurar o aprendizado dos discentes durante a educação

básica. Nesse documento encontramos diferentes competências que podemos atrelar ao ensino, dentre elas, pode-se destacar a importância da contextualização.

A BNCC de 2018 conceitua a contextualização como:

A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras (Brasil, 2018, p. 549).

Ou seja, uma vez que o aluno domine os conteúdos do currículo, ele estará apto para agir sobre questões do seu cotidiano com mais clareza e evidência, mas, para isso, é preciso que o ensino das ciências tenha enfoque no significado desse conteúdo diante das situações comuns a vida do aluno. Não podemos separar os conceitos de alfabetização científica ao da contextualização no ensino das ciências, em especial a química. Podemos avaliar a seguinte ideia dos autores Pereira, Menezes e Carmo (2021, p. 3) sobre esse assunto, onde trazem que:

(...) A contextualização nas aulas de Química deve favorecer o estudo de contextos sociais relacionados a diferentes aspectos, com fundamentos em conhecimentos referentes à ciência e à tecnologia, a fim de promover a formação de alunos críticos, atuantes e possíveis transformadores de sua realidade social (Pereira; Menezes; Carmo, 2021, p.3).

É objetivo então da contextualização, e da alfabetização científica, que o aluno se torne um transformador da sua realidade, que ele compreenda e veja sentido no conteúdo assimilado e que aplique com criticidade os conteúdos no seu cotidiano. Dessa forma, podemos compreender que a alfabetização científica satisfaz os pressupostos concedidos pela BNCC, e que pode ser utilizado em diversos âmbitos do ensino das ciências.

Para esse trabalho, iremos abordar a alfabetização científica utilizando os conceitos químicos empregados na produção da cerveja, uma vez que essa bebida, possui forte caráter histórico com a cultura de diversos países, incluindo o Brasil, e, em seu processo de fabricação apresenta diversos vieses para se trabalhar o ensino da química, em especial a química orgânica. O propósito desse trabalho, então, será avaliar a aprendizagem de discentes licenciandos em química, na assimilação dos conceitos químicos envolvidos nesse tema, apresentados através da história, da composição química e do processo de fabricação dessa bebida

### 3.3 A QUÍMICA DA CERVEJA

No tópico a seguir iremos abordar as principais características históricas e químicas envolvidas no processo de fabricação da cerveja.

#### 3.3.1 Histórico, dados de produção e consumo

A cerveja é uma bebida fermentada que está presente há pelo menos 7.000 a.C na história da humanidade. De acordo com os documentos escritos, os primeiros registros de sua produção vêm dos povos egípcios, junto com a fermentação de trigo para produção do pão por mulheres (Batista, 2021). Mas a primeira evidência científica da produção da cerveja se deu com a descoberta de um vaso cerâmico, de aproximadamente 5500 anos atrás, e nesse vaso continha oxalato de cálcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ), tal substância também conhecida por ser a assinatura química da produção da cerveja (Muxel, 2016).

Em seguida, vemos a cultura da produção artesanal da cerveja perpassando as gerações, mas somente na Idade Média, quando a Igreja Católica tinha grande influência na sociedade, que a produção dessa bebida alcança maiores escalas de produção nos mosteiros e abadias (Barbosa; Dias, 2018). E por sua riqueza em minerais a cerveja era consumida diariamente nas refeições de famílias com maior poder aquisitivo.

Hoje, mundialmente conhecida, a cerveja é uma das bebidas mais consumidas no mundo em que, segundo a pesquisa realizada por Lígia Saba para o Diário do Estado – GO no ano de 2021, ocupava o 3º lugar no ranking das bebidas mundialmente consumidas, atrás apenas do café (1º lugar) e do chá (2º lugar). Outras pesquisas, portanto, trazem a cerveja em quarto lugar, sendo o terceiro lugar ocupado pelo suco de laranja, ou ainda pelo leite.

No Brasil, a cerveja ocupa o 1º lugar das bebidas alcoólicas mais consumidas e mais produzida no país, e no mundo o Brasil é o terceiro maior produtor desse fermentado (NETO *et al.*, 2020). Um levantamento realizado no ano de 2022 pela empresa de pesquisa de mercado Euromonitor International, solicitado pelo Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja – Sindicerv, diz que o consumo dessa bebida cresceu 8% no ano de 2022, em um volume estimado em 15,4 bilhões de litro,

superando o ano de 2021 que marcou a meta de 14,3 bilhões de litros de cervejas comercializados, segundo o Ministério da Agricultura e Agropecuária (MAPA), movimento aproximadamente 80 bilhões de reais na economia brasileira.

Analisando esses dados, é pertinente falar que a produção/comercialização da cerveja no Brasil, afeta diretamente a economia do país.

### 3.3.2 O que é a cerveja?

A cerveja é uma bebida fermentada composta em sua maioria por grãos de malte e lúpulo, que ao passar por determinadas etapas, produzem uma bebida com teor alcoólico variável, entre 3 e 14% (Neto *et al.*, 2020). Várias legislações asseguram a produção dessa bebida, a lei da pureza alemã, *Reinheitsgebot*, foi uma lei promulgada pelo duque Guilherme IV da Baviera, em 23 de abril de 1516, instituiu que a cerveja deveria ser fabricada apenas com os seguintes ingredientes: água, malte de cevada e lúpulo.

Logo, seguindo essa lei, a cerveja não pode ser fabricada utilizando outros grãos como ingredientes, mas, com o passar dos anos, outras leis, de outros países foram sendo construídas e abrindo espaço para utilização de outros ingredientes, aqui no Brasil, a cerveja e seus processos de produção são redigidos pelo decreto Nº 9.902/2019.

Segundo o decreto Nº 9.902 de julho de 2019, do Senado federal que dispõe sobre padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, a definição de Cerveja, aqui no Brasil é:

Art. 36. É a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte da cevada malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro [...] (Brasil, 2019).

Em que podemos observar que a produção de cerveja produzida aqui no Brasil poderá ter o malte substituído por outros materiais, além disso, a produção dessa bebida necessita de vários processos e seus resultados podem variar de acordo com as matérias primas, suas características e concentrações utilizadas. Nesse decreto, são elucidadas as etapas de produção e as condições necessárias para a indústria produzir e comercializar um produto caracterizado como cerveja.

### 3.3.3 Ingredientes da cerveja

Para que a bebida seja considerada como cerveja, é preciso estabelecer alguns parâmetros de produção e é imprescindível que seja produzida a partir de 3 ingredientes básicos: água, malte e lúpulo.

#### 3.3.3.1 Água

A água é o ingrediente imperante na produção dessa bebida, constituindo cerca de 85 a 90% da composição, e com isso, as características e propriedades químicas interferem no sabor final do produto (Batista, 2021). Por um longo período, a água utilizada para a produção da cerveja não precisava ser padronizada, porém, alguns pesquisadores notaram que as características físico-químicas da água utilizada interferiam diretamente no sabor e aspecto do produto final.

É idealizado um pH < 6 da água utilizada na produção, utilizar água com pH mais básico, pode dissolver materiais indesejados, presentes nos cereais e no malte utilizados na produção. Enquanto o pH levemente ácido facilita a atividade enzimática do malte (Neto *et al.*, 2020; Pimenta *et al.*, 2020). A água precisa ser de boa qualidade e ser livre de turbidez, ou seja, não possuir partículas em suspensão, seja de natureza orgânica ou inorgânica, como: terra, areia, argila e outros minerais (Rosa; Afonso, 2015).

É de interesse que haja sais minerais na água de produção da cerveja, pois esses sais irão contribuir com a qualidade final do produto (Neto *et al.*, 2020). Porém, controlar as concentrações dos minerais presentes na água, como o teor de cálcio que precisa estar entre 50 ppm e 150 ppm e o teor de magnésio entre 10 ppm e 30 ppm, é imprescindível, pois produções com valores acima destes citados, resultam em uma cerveja com sabor adstringente ou amargo (Pimenta *et al.*, 2020).

- **Cálcio:** os íons de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), que estão presente na água, quando nas concentrações desejadas (50 a 150 ppm), auxilia na clarificação da cerveja e contribuem para obtenção de uma bebida estável e agradável ao paladar. A clarificação é favorecida com a precipitação desse íon na forma de oxalato de cálcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ), evitando a turvação da bebida posteriormente. Auxilia na coagulação proteica durante a fervura do mosto. Participa

ativamente do processo de sacarificação (hidrólise) do amido (polissacarídeo de fórmula química  $[(C_6H_{10}O_5)_n]$ ) presente no malte, protegendo a amilase da desativação térmica (Rosa; Afonso, 2015; Neto *et al.*, 2020).

Além do oxalato de cálcio, esse íon pode aparecer na forma de sulfatos, e fosfatos, e níveis elevados desse mineral, conferem a bebida um sabor amargo, que pode ou não ser intencional da produção, em vista, dos diversos tipos de cervejas, com percepções de sabores diferentes (Salimbeni; Meneguetti; Rolim, 2016).

- **Magnésio:** A presença de íons magnésio ( $Mg^{2+}$ ), possuem um efeito semelhante ao cálcio, no entanto, com menor intensidade, uma vez que a solubilidade do fosfato de magnésio ( $Mg_3(PO_4)_2$ ) é maior, se comparado à solubilidade do fosfato de cálcio ( $Ca_3(PO_4)_2$ ) (Rosa; Afonso, 2015). Também contribuem para a atividade enzimática de algumas leveduras e quando em elevadas concentrações, conferem gosto amargo e desagradável à cerveja (Rosa; Afonso, 2015; Neto *et al.*, 2020).

Quando a água utilizada na produção, possui grau de dureza e alcalinidade elevados, é necessário diminuir esses níveis, com adição de óxido de cálcio, esse composto reage com os hidrogenocarbonetos de cálcio e magnésio presente na água, formando carbonato de cálcio, que precipita por ser insolúvel, e assim consegue ser filtrado.

### 3.3.3.2 Malte

O malte é na verdade o grão da cevada (*Hordeum vulgare*) que ao passar por uma série de processos, conhecidos por malteação dos grãos, se torna a cevada malteada, ou simplesmente malte. Esses processos, consistem na umidificação do grão e ativação das enzimas presentes nele, através de etapas como maceração, germinação, secagem/torreção (Barros; Ghesti, 2016).

O grão de cevada, Figura 1, é cultivado há mais de 8 mil anos, e sua utilização na produção de cervejas é justificada por suas características. O grão é rico em amido, contém enzimas e sua casca protege o grão durante a malteação e confere sabor característico (Rosa; Afonso, 2015).

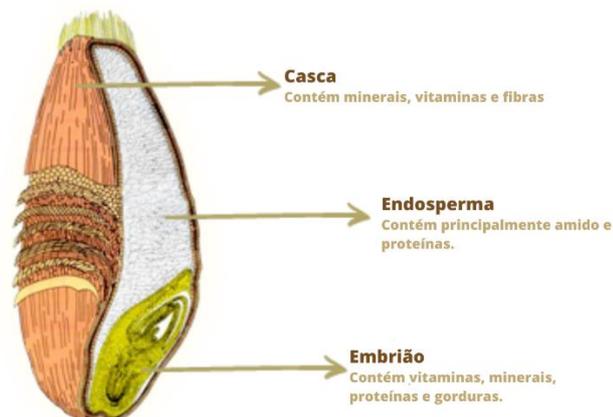
Figura 1 – Grãos de Cevada



Fonte: <https://pixabay.com/pt/photos/malte-erveja-produ%C3%A7%C3%A3o-cevada-4950433/>  
Acessado em 08/04/2023.

Esse grão é uma semente de formato alongado e é constituído basicamente pela casca, endosperma e embrião (Figura 2) (Muzzolon *et al.*, 2021). É na casca que se concentra a maior concentração de celulose, que possui a função de proteger o grão além de controlar a absorção de água no processo de germinação, é essencial que durante o processo de produção de cerveja, a casca não seja muito fracionada, visto que possui compostos que podem conferir aroma desagradável à bebida, além de diminuir o rendimento da produção da cerveja (BARROS; GHESTI, 2016).

Figura 2 – Grão de cevada.



Fonte: adaptado de Barros e Ghesti, 2016.

O embrião é o responsável pela estimulação da produção das enzimas presentes no processo de malteação e é considerado a parte mais importante do grão, pois, além disso, é rico em minerais e vitaminas do complexo B (Krukliis, 2019). Mas, é no endosperma que encontramos a maior concentração de amido entre, 55% e 65% da constituição, além de proteínas (Barros; Ghesti, 2016).

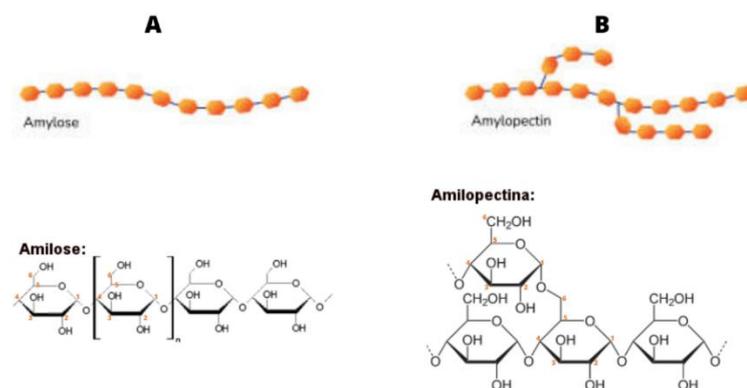
É no processo de malteação dos grãos de cevada, que enzimas necessárias no processo cervejeiro são ativadas e formadas, além disso, é importante para solubilizar importantes componentes do grão e produzir melanoidinas, substâncias que serão responsáveis pela cor da bebida (Barros e Ghesti, 2016). Esse processo pode ser dividido em três etapas: maceração, germinação e secagem, mas, antes de iniciar essas etapas, é importante que os grãos de cevada sejam corretamente higienizados, para retirada de insetos e outras impurezas (Barros e Ghesti, 2016; Porto, 2011).

É durante a etapa de germinação que o amido presente no endosperma do grão é utilizado pelo embrião como fonte de energia, através de enzimas chamadas amilolíticas (Muzzolon *et al.*, 2021).

O amido é um polissacarídeo composto por 2 tipos de moléculas: amilose e amilopectina, e é constituído por monômeros de glicose (Barros e Ghesti, 2016). A amilose possui uma estrutura orgânica linear (Figura 3A), formada pela junção de monômeros de glicose através de ligações glicosídicas do tipo  $\alpha$ -1,4, enquanto a amilopectina possui ramificações, pois além das ligações do tipo  $\alpha$ -1,4, também possui ligações  $\alpha$ -1,6, como podemos observar na Figura 3B, e comparada a amilose, também possui um maior peso molecular (Foods Ingredients Brasil, 2015).

Durante o processo de germinação, os grãos são acondicionados em câmaras germinativas, que podem ser salas retangulares, com condições controladas de umidade e temperatura, podendo durar entre 4-7 dias, com fornecimento de oxigênio constante, através da aeração (Mota, 2022).

Figura 3 – (A) Estrutura da amilose, ligações  $\alpha$ -1,4; (B) Estrutura da amilopectina ligações  $\alpha$ -1,6.



Fonte: adaptado de Foods Ingredients (Brasil, 2016; Ribeiro, 2014).

### 3.3.3.3 Lúpulo

O lúpulo (Figura 4) é uma planta que desempenha um papel importante na produção de cerveja. Pertencente à família *Cannabaceae* e originária das regiões temperadas do Hemisfério Norte, incluindo Europa, Ásia e América do Norte. O lúpulo tem sido usado na fabricação de cerveja por centenas de anos e é usado principalmente para conferir sabor e aroma à bebida, além de ajudar na conservação (Campbel, 2021).

Figura 4 – Lúpulo.



Fonte: <https://pixabay.com/pt/21otos/pulo-umbela-planta-de-alpinista-3542601/> acessado em 08.04.2023

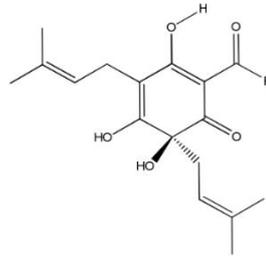
A estrutura química do lúpulo inclui ácidos alfa, ácidos beta e óleos essenciais. Os alfa-ácidos são responsáveis pelo amargor da cerveja e ajudam a conservá-la. Os beta-ácidos conferem o sabor e o aroma da bebida. Os óleos essenciais presentes no lúpulo são responsáveis pelo aroma característico da cerveja, que pode variar de acordo com o tipo de lúpulo utilizado (Aldred, 2016).

Os alfa-ácidos presentes no lúpulo são insolúveis em meio aquoso e precisam passar por um processo de isomerização, através da fervura desse material, para se tornarem iso-alfa-ácidos. Esse processo necessita de condições específicas para ocorrer, como tempo e intensidade de fervura, massa específica (densidade) do mosto, pH entre outras. Além disso, as concentrações de alfa-ácidos no lúpulo, dependem de variáveis como local de cultivo, clima e época da colheita (Kishimoto; Kajiwara; Fukuda, 2018; Spiers, 2018).

Os alfa-ácidos, também conhecido por humulonas (Figura 5), representam a maior parte da composição do mosto do lúpulo, e são formadas pela associação de moléculas orgânicas quimicamente relacionada, dentre elas: 35-70% são

humulonas, 20-55% são cohumulona, 10-15% adhumulona, 1-10% prehumulona, 1-3% poshumulona (Karabín *et al.*, 2016).

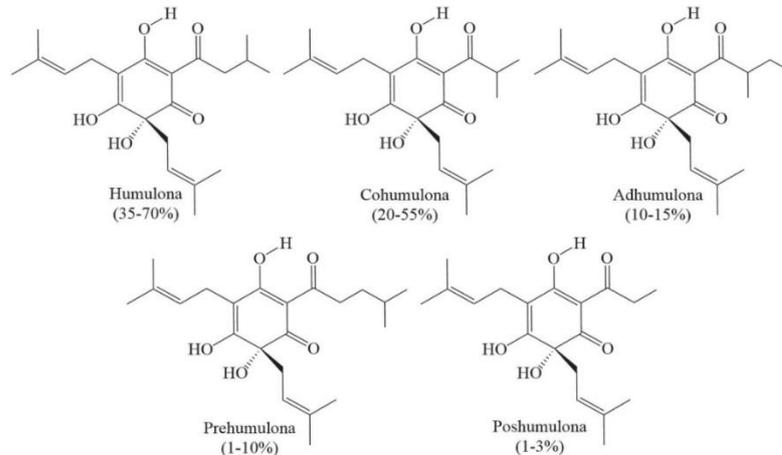
Figura 5 – Estrutura básica de uma humulona.



Fonte: adaptado de Karabín *et al.* (2016).

Conforme observamos na Figura 6, os  $\alpha$ -ácidos presente no lúpulo são moléculas orgânicas constituídas, de carbono, hidrogênio e oxigênio, sendo o grupamento R, uma estrutura de hidrocarbonetos, o que diferencia cada tipo de humulona, conforme observamos na imagem a seguir:

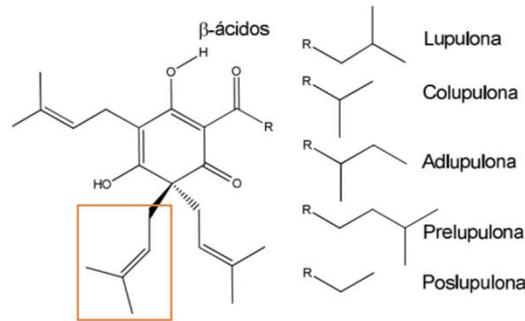
Figura 6 – Estrutura química das humulonas,  $\alpha$ -ácidos.



Fonte: Verzele e Keukeireli (1991).

Os beta-ácidos ( $\beta$ -ácidos), também chamados por lupulonas, se diferenciam pela substituição da hidroxila, presente no carbono 5, por um grupamento alquila, como podemos observar na Figura 7. Há também a diferenciação por um grupo R, sendo esses iguais aos encontrados nas moléculas dos  $\alpha$ -ácidos.

Figura 7 – Estrutura básica das lupulonas, beta-ácidos.



Fonte: Adaptado de Kabarín et al. (2016).

A prevalência entre os diferentes tipos de lupulonas possui semelhança aos dos alfa-ácidos, sendo 30-55% constituído por lupulonas, 20-55% de colupulona, 5-10% adlupulona, 1-3% prelupulona e a concentração de postlupulona ainda não é totalmente elucidada na literatura (Silva; Bogusz, 2020).

Os óleos essenciais do lúpulo são muito voláteis e evaporam rapidamente quando expostos ao ar e ao calor. Estes são responsáveis pelos aromas característicos da cerveja, podendo apresentar notas florais, frutadas, terrosas e herbáceas. Diferentes tipos de lúpulo têm diferentes perfis de sabor, permitindo que os cervejeiros criem cervejas com sabores e aromas únicos (Campbel, 2021).

### 3.3.4 Processo de Produção

O processo de produção dessa bebida é um processo complexo que envolvem várias etapas, como podemos observar no esquema da figura 8, inicia-se pela escolha dos ingredientes e em seguida a limpeza dos mesmos. O processo de malteação é o ponto de partida para as reações enzimáticas que resultarão na fermentação, para isso, é preciso conferir umidade ao grão de cevada, ou outro grão que possa ser utilizado, com a cevada, a sua casca é rasgada para poder expor o conteúdo do endosperma (na figura 2 é possível observar a anatomia do grão de cevada), o qual é rico em amido (SANTOS, 2021).

Figura 8 – Etapas de produção da cerveja



Fonte: própria (2023).

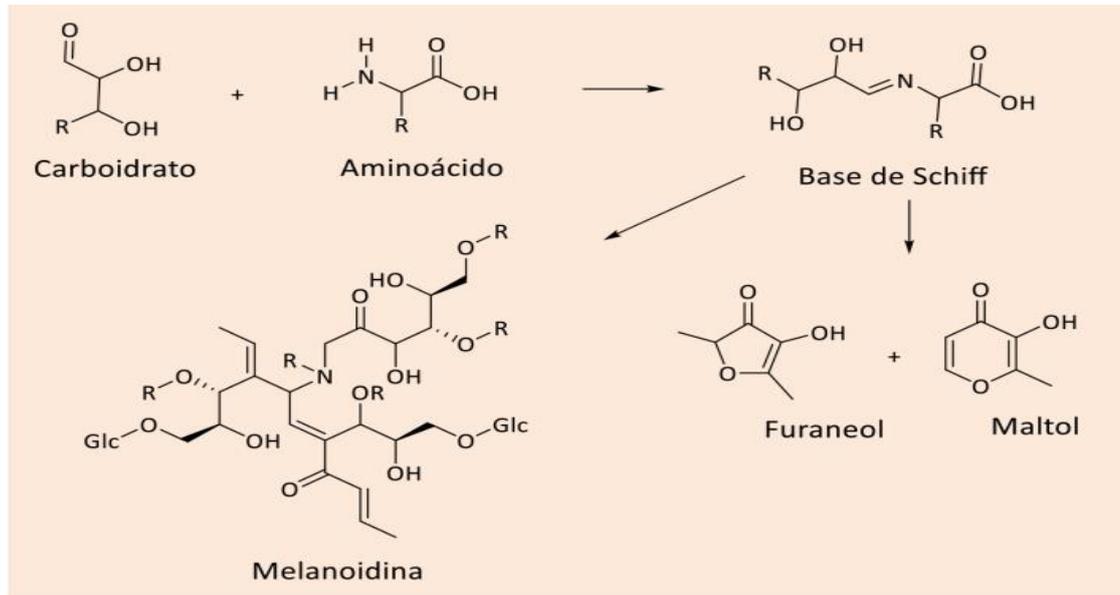
A extração de substâncias do malte é influenciada pelo tamanho das partículas formadas durante a moagem do malte. Quando moinhos de martelo são usados, maiores quantidades de enzimas, FAN – Free Amino Nitrogen, betaglucanos e outras substâncias que são liberadas do mosto. O tamanho das partículas formadas durante a moagem afeta a liberação e a solubilidade dessas substâncias, e a utilização do moinho de martelos determina uma maior extração em relação ao moinho de rolos (TELEGINSKI, 2018).

Após esse processo, forma-se o mosto, a mistura do malte com a água cervejeira e inicia-se a mosturação, um tratamento enzimático, onde é fornecida temperatura a mistura inicial, com o objetivo de solubilizar componentes da cevada e de formar um mosto mais concentrado, separando-o do bagaço formado (SANTOS, 2022). Durante essa etapa o mosto filtrado é esterilizado, com o emprego de temperaturas próximas a 100 °C, é nessa etapa que se adiciona o lúpulo, e a elevação na temperatura resulta na contração do anel dos  $\alpha$ -ácidos, presentes no lúpulo, o que resulta na formação dos isômeros cis e trans, transformando-os em iso-  $\alpha$ -ácidos, o que confere o amargor característico dessa bebida (NETO *et al.*, 2020; SPIES, 2018).

No decorrer da fervura ocorrem também reações que contribuem para a coloração da cerveja, dentre essas, reações orgânicas como as reações de Maillard e de oxidação dos polifenóis. Dentre essas, as reações de Maillard (Figura 9) são as mais presentes durante a fervura por ação da elevada concentração de carboidratos e aminoácidos no mosto. A elevação da temperatura, propicia as reações entre esses compostos e resulta em mealnoidinas que serão responsáveis pela cor, maltol

que confere sabor de caramelo ou tostado e funareol que confere aroma de morango a bebida (NETO, et al., 2020)

Figura 9 – Mecanismo da reação de Maillard resultando na formação de melanoidinas, Furaneol e Maltol.



Fonte: Adaptado de Neto et al., 2020. Glc = Glicina e R = H, proteína, aminoácido ou Glicina

Posteriormente, inicia-se a etapa de fermentação, que ocorre em tanques fechados, chamados de fermentadores, esses tanques impedem a entrada de ar atmosférico, mas permitem a saída do CO<sub>2</sub> produzido durante o processo. Durante essa etapa são adicionadas leveduras ao mosto produzido, em geral são utilizados microrganismos vivos do gênero *Sacharomyces*, e a cepa pode variar, a depender do tipo final de cerveja que se deseja produzir, as leveduras agirão como catalisadoras da fermentação, acelerando o mecanismo de conversão do açúcar em etanol e dióxido de carbono (NETO, et al., 2020; PIMENTA, et al., 2020).

Durante a etapa de fermentação, as enzimas contidas nas leveduras, glicose-isomerase e frutose-isomerase, catalisam a hidrólise da sacarose em suas unidades constituintes, glicose e frutose. Em seguida esses açúcares são metabolizados por meio da fermentação alcoólica, esse processo é anaeróbico e envolve uma série de reações bioenergéticas, resultando na conversão dos açúcares em etanol e dióxido de carbono. Esse tipo de fermentação não ocorre somente na produção da cerveja,

mas também de outros alimentos fermentados, como o pão, por exemplo (SPIES, 2018).

Por fim, a bebida fermentada produzida, passa por um processo de filtração para que sejam eliminadas substâncias insolúveis residuais que possam alterar a qualidade do produto final, essa bebida é envasada em recipientes limpos, podendo ser de garrafas de vidro de cor âmbar, a verde ou transparente, a latas de alumínio. Todo o processo de produção da cerveja é envolvido por uma complexidade de etapas e reações químicas, o que confere a essa bebida uma singularidade de aromas, cores e sabores, tornando-a uma verdadeira experiência a produção e a degustação da mesma.

### 3.3.5 Tipos de cerveja

As cervejas podem ser classificadas em diversos tipos e subtipos, sendo os dois tipos mais consumidos mundialmente são os Lager e Ale, produzidos a partir da fermentação das cepas *S. uvarum* e *S. cerevisiae*, respectivamente, e possuem diferenças bioquímicas entre elas (Payá *et al.*, 2019).

As cervejas do tipo Lager são produzidas em baixa fermentação, em um processo com temperaturas mais baixas. Enquanto as Ales são fabricadas com temperaturas mais altas. Essas duas classificações são ainda diferenciadas em outros subtipos de acordo com características adicionais de cada processo de produção (Neto *et al.*, 2020). A imagem a seguir (Figura 10), resume as características de produção desses dois tipos de cerveja.

Figura 10 – Resumo das características de produção de cervejas ALE e LAGER.



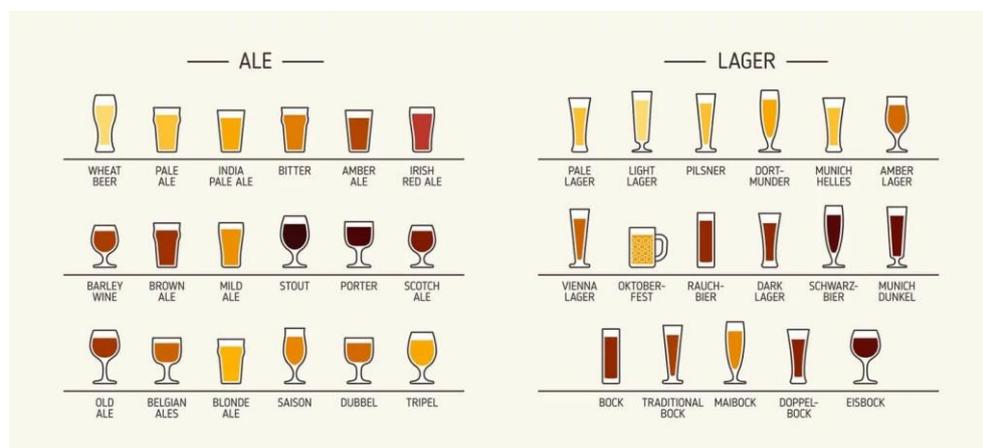


Fonte: <https://choppalemao.com.br/site/index.php/2021/05/01/cerveja-ale-ou-lager/> (Acessado em 09/05/2023)

Na produção de cervejas do tipo Ale, as leveduras se alojam na parte de cima do recipiente e o processo de fermentação ocorre a temperaturas de até 25 °C por aproximadamente 7 dias. Já na produção das cervejas do tipo Lager, o tempo de fermentação pode durar até meses, e as temperaturas são mais amenas, entre 5 – 15 °C, nesse processo as leveduras se acomodam na parte inferior do recipiente, como podemos observar na Figura 10 (Campbel, 2021).

Dentro desses dois grupos, há inúmeros subgrupos (FIGURA 11) que se diferenciam pelo aroma, sabor e coloração da cerveja, cada tipo dessa bebida, necessita de um viés de produção diferente o que a classificará como uma cerveja única, destaca-se o tipo India Pale Ale, conhecida como IPA, uma cerveja com aspecto mais amargo devido ao teor de adição do lúpulo o que confere tais características, além de uma coloração mais escurecida e turva. Diferentemente da Cerveja Tripel, possui teor alcoólico elevado; a espuma densa e cremosa; a coloração clara; o sabor levemente frutado.

Figura 11 – Subgrupos de cerveja



Fonte: <https://viaflyviagens.com.br/quais-tipos-de-cerveja-existem/> (Acessado em 11/05/2023)

## **4 METODOLOGIA**

Tendo em vista os objetivos desse trabalho, foram utilizadas metodologias específicas que nos auxiliassem a responder a problemática dessa pesquisa: “como a temática química da cerveja pode colaborar com a promoção de alfabetização científica em licenciandos em química?”. A fim de obter dados pertinentes à essa investigação.

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

#### **4.1.1 Quanto à natureza**

A pesquisa pode ser naturalizada como básica que, segundo Gil (2010), a pesquisa básica reúne estudos que visam preencher lacunas no conhecimento enquanto a pesquisa aplicada inclui estudos que visam resolver os problemas das sociedades em que vivem os pesquisadores.

Esse presente estudo, possui natureza básica, pois visa reunir informações da literatura acerca da química envolvida no processo de fabricação da cerveja e produzir um material de divulgação científica e avaliar a aplicabilidade desse tema em formato de oficina e, a partir disso, avaliar a alfabetização científica em licenciandos em química.

#### **4.1.2 Quanto à abordagem**

A abordagem do estudo em questão foi qualitativa, uma vez que visa compilar dados qualitativos, a partir da fala dos discentes participantes da pesquisa. A pesquisa qualitativa não se utiliza de números na análise de suas variáveis, é de uma maneira mais subjetiva, para analisar através da fala dos sujeitos, atuando-os como peça principal da pesquisa e não só indutor de resultados (Mussi, 2019). Com isso, é de interesse desse estudo, dados avaliativos a respeito da alfabetização científica, como metodologia utilizada e sua aplicabilidade nos mais variados temas da ciência/química.

### 4.1.3 Quanto aos objetivos

A pesquisa, atendendo aos seus objetivos, teve por caráter exploratório, pois a partir desse tipo de pesquisa foi possível obter explicações de determinados fenômenos e/ou descobrir novos fenômenos e formular novas questões e hipóteses (KINCHESCK; ALVES; FERNANDES, 2015). A partir da aplicação do minicurso e da análise dos dados obtidos através dos participantes, pode-se formular novos questionamentos pertinentes a essa pesquisa.

## 4.2 DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO

Foram inclusos nessa pesquisa discentes do curso de graduação em Química – Licenciatura de uma universidade federal do agreste pernambucano, que já haviam cursado, como pré-requisito, a disciplina de Química Orgânica 1.

A seleção dos discentes participantes dessa pesquisa, ocorreu por meio da técnica de amostragem não probabilística intencional, uma vez que a amostra foi selecionada intencionalmente pelos pesquisadores, por critérios pré-estabelecidos. Essa técnica, possibilita o investigador traçar o perfil da amostra, com base na sua intenção quanto aos dados a serem obtidos (Castanheira, 2013).

Para isso, foi apresentada a proposta dessa pesquisa a discentes do curso de licenciatura em química, e a partir do interesse dos mesmos para a participação voluntária no minicurso, e com isso foram selecionados 5 (cinco), estudantes do curso de graduação licenciatura em química, seguindo os critérios de inclusão inicialmente propostos.

## 4.3 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Para atender ao objetivo dessa pesquisa foi elaborado um material de divulgação científica no formato de um mini curso, ofertado de maneira virtual aos participantes. A escolha desse veículo de transmissão se deu a partir da disponibilidade dos 5 voluntários a participar desse estudo.

A apresentação do material ocorreu de forma remota no dia 15 de setembro, através de um *link* disponibilizado anteriormente aos discentes. O encontro aconteceu

pela plataforma do Google Meet e foi gravado, a partir do consentimentos dos participantes, para melhor transcrição dos dados a posterior.

Com isso, em um primeiro momento, com o objetivo de avaliar as concepções prévias dos discentes, discussões foram levantadas a partir de questões norteadoras previamente elaboradas pela pesquisadora, como por exemplo: *“O que vocês entendem sobre a bebida Cerveja? Em aspectos de consumo, produção e cultura?”* a fim de obter dados pertinentes sobre os conhecimentos iniciais sobre a temática que foi abordada em seguida. Após as questões iniciais, foi apresentado o material produzido (Apêndice A), abordando a temática desde os aspectos históricos, aos materiais envolvidos na produção dessa bebida, as características físico-químicas de cada um e como eles interferiam no produto final. Durante a exibição do material eram pontuados aspectos químicos e os alunos eram indagados sobre o que já conheciam sobre aquele tipo de reação, como exemplo, questionamentos sobre fermentação. Em seguida, os mecanismos de reações químicas foram apresentados aos alunos, pontuado cada uma das etapas e a importância de cada uma delas para o processo de produção da cerveja.

Todo o encontro durou por volta de 2 horas, e ao final da exposição os alunos participantes foram questionados sobre a temática que havia sido abordada, com interesse em discutir novos questionamentos e curiosidades, além de identificar uma real aprendizagem dos conceitos químicos por parte dos estudantes.

#### 4.4 ANÁLISE DE DADOS

Para analisar os dados obtidos, utilizamos a análise do discurso, pois essa metodologia nos fornece resultados predominantemente qualitativos, de múltiplas abordagens e lida com a relação entre o uso da linguagem e o mundo social (Oliveira; Campos; Oliveira, 2022). A pesquisadora Luciene de Paula (2013) nos apresenta a seguinte reflexão sobre a atribuição da análise do discurso.

[...] o papel de pesquisa da análise do discurso inclui a tarefa dialógica do pesquisador e do seu outro, uma vez que a função analítica do pesquisador é a de tentar enxergar com os olhos do outro e a de retornar à sua exterioridade para fazer intervir com o seu olhar (de pesquisador) – a sua posição singular sobre e num dado contexto e os valores que afirma sobre aqueles afirmados pelo outro. (Paula, 2013, p. 256)

Com isso, como o objetivo desse trabalho se pautou em avaliar o entendimento dos discentes a partir das suas falas e do ponto de vista de cada um, foi importante adotar uma perspectiva dialógica através da análise da fala de cada um.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, serão apontados os dados coletados a partir da pesquisa realizada, ao qual foram divididos em etapas ao qual pode ser dividido o minicurso proporcionado. A partir disso, será avaliada a forma como os discentes participantes desenvolveram suas perspectivas através da alfabetização científica.

### 5.1 DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA E CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Preliminarmente a temática foi apresentada aos discentes como forma de exposição, introdução de conceitos iniciais e identificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática proposta. No quadro a seguir (Quadro 2), foi possível observar que questões norteadoras realizadas pela pesquisadora como forma de direcionar e instigar a discussão entre os discentes participantes. Para preservar o anonimato, e os cinco estudantes participantes foram nomeados como E1, E2, E3, E4 e E5.

Quadro 2 - Falas iniciais para avaliação das concepções prévias.

Participante	Fala	Turno
Pesquisadora	O que vocês entendem sobre a bebida Cerveja? Em aspectos de consumo, produção e cultura?	1
E 1	“O que eu entendo é que ela é uma bebida fermentada”	2
E 2	“Muito consumida aqui no brasil, sei que tem Malte pois vejo nas propagandas “duplo malte ou puro malte” e tem as cervejas artesanais também”	3
E 3	“É uma bebida que tem um gosto mais amargo”	4
E 4	“Deve ser a bebida mais consumida, pois temos muitas propagandas e vemos vendendo em todos os lugares”	5
Pesquisadora	Assim como a E1 falou, que é uma bebida fermentada, existem outras bebidas que vocês conhecem (não necessariamente alcoólicas que são fermentadas?)	6
E2	Leite fermentado	7
E 4	Vinho	8
E 5	logurte e tem algumas comidas, como o pão...	9

Pesquisadora	“E o que vocês entendem sobre o processo de fermentação?”	10
E 3	Acredito que tem algo a ver com bactérias, fungos, microrganismos no geral.	11
E 1	Algo a ver com transformação orgânica dos compostos.	12

Fonte: própria (2023).

O minicurso foi iniciado com uma discussão inicial norteada pelo questionamento da pesquisadora, como observamos a fala no turno 1, com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos discentes participantes a cerca da temática. A partir das concepções prévias dos alunos, podemos avaliar o grau de entendimento a cerca de tal assunto, ou até mesmo reconhecer lacunas a serem preenchidas, uma vez que, muitos dos estudantes chegam à sala de aula com ideias pré-concebidas, algumas das quais incorretas ou simplificadas demais.

Observando as falas dos estudantes E1 e E2, nos turnos 2 e 3, respectivamente, podemos compreender que eles já conheciam um mínimo sobre a produção dessa bebida e que por vezes o conhecimento não está apenas relacionado a sala de aula e sim as vivências do aluno. Quando E2 traz em sua fala “(...)Muito consumida aqui no brasil, sei que tem Malte pois vejo nas propagandas” (turno 3), e E4 pontua “Deve ser a bebida mais consumida, pois temos muitas propagandas e vemos vendendo em todos os lugares” (turno 5), as experiências vividas por esses discentes carregam o conhecer, mesmo que superficial, sobre a temática.

O docente deve compreender que seu papel perpassa a transmissão de conhecimentos, e que o aluno é muito além do que apenas um receptor, o professor deve ser um mediador do conhecimento, um facilitador da aprendizagem, ou seja, um gerenciador de ideias. Quando o sujeito entra no ambiente escolar, ele traz consigo experiências e conhecimentos que devem ser aperfeiçoados e moldados pela ciência, além de incentivar o questionamento e a criatividade.

Em seguida, a pesquisadora questiona sobre outros tipos de bebidas/comidas que também utilizam a fermentação, com a intenção de aproximar esse conceito ainda mais à realidade dos estudantes, além de aprofundar a ideia com o questionamento “E o que vocês entendem sobre o processo de fermentação?” (turno 10). Com isso, observamos que alguns dos alunos já foram apresentados a essa

técnica e já obtinham conhecimento, mesmo que superficial, sobre a temática, quando no turno 11, o E3 pontua a presença de microrganismos, e no turno 12 o E1 a transformação química dos compostos orgânicos.

Ao adotar uma abordagem que valorize ideias iniciais dos alunos, os docentes podem criar um ambiente de aprendizado mais inclusivo e colaborativo, nos quais os estudantes se sintam à vontade para compartilhar suas concepções prévias sem medo de críticas, e tem suas dúvidas transformadas em questionamentos pautáveis a temática abordada. Isso permite que o professor ajuste sua instrução de acordo com as necessidades individuais dos alunos, fornecendo explicações claras e atividade que expandam suas concepções prévias, promovendo, assim, um aprendizado com mais significado e duradouro, como estabelece os princípios básicos da alfabetização científica.

Ainda no decorrer da apresentação do minicurso, foram discutidos aspectos históricos e culturais envolvidos na produção da cerveja, além dos aspectos físico-químicos presentes na produção e escolha da matéria prima, além das técnicas e dos diferentes resultados que poderiam ser obtidos por cada uma delas, com o intuito de obter dados pertinentes ao desenvolvimento da AC nos alunos, os mesmos foram questionados acerca da proposta a eles apresentada.

## 5.2 IDENTIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

No Quadro 3, são vistas falas dos estudantes que aponta para uma possível alfabetização científica.

Quadro 3 - Identificação das contribuições do minicurso para a alfabetização científica.

Participante	Fala	Turno
E 2	Interessante ver a produção de cerveja sob uma ótica da química por trás dela, já conhecia a bebida e a história, mas muito interessante compreender as reações químicas que ocorrem na produção e como isso impacta no resultado final da bebida, como a professora pontuou, as questões como temperatura e a cor da cerveja, o aroma e a solubilidade de alguns compostos.	13

E 4	Eu tinha uma curiosidade para conhecer o processo de produção da cerveja e esse minicurso me fez identificar alguns aspectos importantes relacionados a fermentação, que é algo que podemos falar na sala de aula envolvendo outros produtos também, como fazer algum experimento e trazer o conceito a cerveja é interessante, pois não conhecia o malte, que vem da cevada, e isso me fez perceber os diferentes tipos de grãos que temos disponíveis.	14
E 3	Muito interessante a parte que fala sobre a água e qualidade da água, me fez lembrar das aulas e laboratórios de analítica onde a gente discute a pureza da água, e ver como os íons interferem na produção desperta o olhar sobre como podemos melhorar a produção de algo.	15

Fonte: Própria (2023).

Destacamos na fala do participante E2, turno 13, “(...) *compreender as reações químicas que ocorrem na produção e como isso impacta no resultado final da bebida (...)*”, a compreensão no associar a reação ao resultado e que o produto final está intimamente relacionado aos processos químicos das reações e que a partir disso podemos gerar diferentes resultados ao mudarmos os caminhos químicos envolvidos.

E3, no turno 15, pontua os aspectos sobre a água e a pureza da mesma ao ser utilizada nesse tipo de produção correlacionando a conhecimentos que já pré-existent sobre solubilização de íons. Na AC, é importante que o aluno compreenda e correlacione um novo conhecimento com conceitos já elucidados por ele, para que assim, o conceito inicial se recicle, e que a ele seja dado mais uma aplicação. Assim podemos identificar aspectos da AC no discente, o compreender de uma nova utilização a um conhecimento já existente.

No turno 14, E4 declara: “(...) *não conhecia o malte, que vem da cevada, e isso me fez perceber os diferentes tipos de grãos que temos disponíveis.*” No ensino, a alfabetização científica é importante para que seja despertada a curiosidade no aluno, para que a partir de uma discussão sejam gerados novos questionamentos e o senso investigativo do discente. Nessa fala, E4 traz a curiosidade em perceber que há diversos tipos de grãos que podem ser utilizados no mecanismo de fermentação

e que isso pode agregar um resultado diferente, logo há infinitas possibilidades de criação de novos produtos com características que poderão ser adicionadas.

Com isso, unimos os questionamentos desenvolvidos pelos discentes durante a apresentação do minicurso, como podemos observar no Quadro 4 a seguir:

Quadro 4 - Questionamentos desenvolvidos pelos discentes.

Participante	Questionamentos	Turno
E 2	Como seria o processo de produção de cerveja 0,0 % álcool? Passam pelos mesmos processos ou não?	16
E 5	Por que que toma muita cerveja cresce a barriga?	17
E 2	Existe alguma interferência com relação a embalagem?	18

Fonte: Própria (2023).

Podemos então observar nas falas dos estudantes E2 e E5, nos turnos 16, 17 e 18, o senso de questionador sendo desenvolvido no decorrer da oficina. O questionamento do aluno desempenha um papel fundamental no ensino de química, pois estimula o pensamento crítico, a curiosidade e a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Podemos observar, no turno 16, quando E2 questiona os métodos de produção envolvidos em um típico específico de cerveja, uma vez que o álcool é produzido a partir das fermentações onde há as transformações químicas. Como então seria possível produzir uma bebida por um mesmo mecanismo sem esse produto (o álcool)? O despertar dessa curiosidade nos demonstra o entendimento real do processo químico envolvido na fermentação.

Quando E5 pontua sobre o ganho de peso corporal atrelado ao consumo dessa bebida, levanta discussões sobre a composição da cerveja, os açúcares presentes e as reações químicas que ocorrem no nosso organismo que levam ao processo de aumento de peso. E2, ao trazer o questionamento sobre as embalagens, turno 18, norteia a curiosidade a um aspecto observado ao comum do seu dia a dia. Quando posteriormente, na mesma discussão, ele pontua que já observou garrafas verdes, incolores, mas que na maioria das vezes são de cor âmbar, e isso traz ao minicurso mais um despertar da curiosidade de entender a relação entre o material da embalagem e o produto ali contido.

O ato de questionar promove mais comunicação e interação em sala de aula, além disso, desperta o senso investigativo do aluno, característica apontada por Hurd (1997) sobre o alfabetizado cientificamente. O questionamento também é uma

ferramenta valiosa para os professores pois fornece *insights* sobre o nível de compreensão dos estudantes e ajuda a identificar mal-entendidos acerca dos assuntos.

Ao fim da discussão, foi pontuado pela pesquisadora as contribuições da oficina na formação profissional dos estudantes (Quadro 5).

Quadro 5 - Contribuições para a formação de futuros docentes.

Participante	Fala	Turno
Pesquisadora	O que vocês enquanto futuros professores identificam sobre a temática e a utilização da mesma na sala de aula?	19
E 2	Uma boa alternativa para contextualização em sala de aula, podemos utilizar a temática por diversos pontos.	20
E 3	Exatamente, como E2 trouxe, podemos trabalhar a produção do lado da química orgânica, inorgânica ou analítica.	21
E 5	Também podemos trazer tanto a produção como os efeitos da cerveja no corpo da gente, no processo de embriaguez por exemplo, e trazer o consumo consciente de bebidas alcoólicas.	22
E 1	Muito interessante, nunca tinha pensado nas contribuições da cerveja para o ensino de química, agora me despertou a ideia de outras bebidas, como o vinho e os destilados	23

Fonte: Própria (2023).

Foi pontuada a abrangência da temática na perspectiva do ensino de química, pois a mesma poderia ser trabalhada nos aspectos de produção. Mas também nos aspectos bioquímicos envolvidos na ingestão dessa bebida, ou seja, poderíamos abordá-la com olhares voltados a conscientização no consumo de bebidas alcoólicas, como apontou o estudante E5, no turno 22.

Com isso, a temática demonstra relevância na utilização para o ensino da química com o olhar para AC, uma vez que a mesma pode ser trabalhada por vieses diferentes, atrelados aos aspectos químicos e bioquímicos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alfabetização científica é uma importante ferramenta metodológica de transformação no ensino das ciências. A partir dela podemos integrar efetivamente o conhecimento científico a aspectos sociais dos estudantes, pois ela possibilita alternativas aos professores e alunos ao uso consciente e ponderado da ciência com o objeto de transformação da sua realidade através do conhecimento.

Diante disso, a presente pesquisa teve o objetivo de proporcionar a alfabetização científica por meio da temática “A química da cerveja” com esse olhar científico a uma bebida que está entrelaçada a cultura do nosso país. Para isso foi desenvolvido um material de divulgação científica para aplicação em um minicurso dessa temática.

A partir dos resultados obtidos, e da discussão provocada pela exposição da temática aos participantes, é possível dizer que o objetivo da pesquisa foi alcançado, uma vez que os discentes puderem desenvolver no decorrer do estudo, noções sobre os aspectos químicos da produção. Além de entrelaçar as ideias a eles apresentadas com as concepções sobre o tema por eles já elucidadas. É preciso enfatizar que o objetivo alcançado com os participantes que já são inseridos no meio acadêmico e já detinham um conhecimento científico próprio.

Através dessa pesquisa, pode-se observar a compreensão de novos aspectos e a efetivação de conhecimentos científicos já existentes, conferindo a eles novas aplicabilidades. Dessa forma, considera-se a bem-sucedida a aplicação da temática no despertar da alfabetização científica aos discentes participantes.

## REFERÊNCIAS

- ALDRED, D. **Hop aroma and flavor**. In: BAMFORTH, Charles W. (Ed.). *Brewing: New Technologies*. Woodhead Publishing, p. 175-197, 2016.
- ALMAGUER, C.; SCHÖNBERGER, C; GASTIL, M., ARENDT, E. K.; BECKER, T. Humulus Lupulus – a story that begs to be told. A review. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 120, n.4, p. 289-314, 2014.
- BARROS, C. R.; GHESTI, G. F. **MALTE: Essência da cerveja**; edição e redação Chiara Rêgo Barros e Grace Ferreira Ghesti; Brasília: Universidade de Brasília, 2016.
- BARBOSA, L. M. **A produção de cerveja ao longo da história**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto Nº 9.902, de 8 de julho de 2018.
- CAMPBELL, I. H. In: BAMFORTH, C. W. (Ed.). **Beer: Health and Nutrition**. John Wiley & Sons, Ltd, p. 87-98, 2021.
- CAPECCHI, M.; et al. **Relações entre o discurso do professor a argumentação dos alunos em uma aula de física**. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 2, 2002.
- CASTANHEIRA, N. P. **Estatística aplicada a todos os níveis**. 1 ed. InterSaberes, 2013.
- DURELLO, R. S; SILVA, L. M.; BOGUSZ JR, S. Química do lúpulo. **Quim. Nova**, v. 42, n. 8, p. 900-919, 2019.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 24 edição. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra, 1987.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- HURD, D. P. Science Literacy: Its Meaning for American Schools. **Journal of the association for supervision and curriculum development**. v. 16, n. 1, p. 13-16, 1958.
- HURD, D. P. **Scientific Literacy: New minds for changing world**. Stanford University, 1998.
- KARABÍN, M.; HUDCOVÁ, T.; JELÍNEK, L.; DOSTÁLEK, P. Biologically Active Compounds from Hops and Prospects for their use. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 15, n.3, p. 542-567, 2016.

KEUKELEIRE, D. D. E. et al. **Beer Lightstruck Flavor: The full Story**. *Cerivisia*, b.33 (3), n., 2008.

KISHIMOTO, T.; KAJIWARA, Y.; FUKUDA, T. Changes in  $\alpha$ -acid content in hops in relation to the cultivation region and year. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 25, p. 6439-6446, 2018.

KRUKLIS, K. L. **Cevada: importância da utilização na alimentação humana e a aplicabilidade na gastronomia**. Dissertação (Mestrado). UNIJUÍ, Rio Grande do Sul, 2019.

MAGALHÃES, C. E. R.; SILVA, E. F. G.; GONÇALVES, C. B. A interface entre alfabetização científica e divulgação científica. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências** | ISSN: 1984-7505, v. 5, n. 9, p. 14-28, 2012.

MALLET, J. **Malt: A practical guide from field to brewhouse**. Brewers publicaion, 2014.

MALOWICKI, M. G.; SHELLHAMMER, T. H. Isomerization and degradation kinetics of hop (*Humulus lupulus*) acids in a model wort-boiling system. **J. Agric. Food. Chem.** v. 53, n. 11, p. 4434-9, 2005.

MOTA, M. R. **Potencialidades da produção de cerveja artesanal sem glúten elaborada com malte de sorgo**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal De Sergipe, 2022.

MUXEL, A. A. A química da cor da cerveja. 2016, disponível em: [https://amuxel.paginas.ufsc.br/files/2016/10/A-Qu%C3%ADmica-da-cor-da-cerveja\\_3.pdf](https://amuxel.paginas.ufsc.br/files/2016/10/A-Qu%C3%ADmica-da-cor-da-cerveja_3.pdf) Acessado em 09 de abril de 2023.

MUZZOLON, E. et al. **Processamento da Cevada para produção de malte: parâmetros de qualidade**. *Avanços em ciência e tecnologia de alimentos*. Ed. Científica, São Paulo, 2021.

NETO, D. M. C. et al. Conceitos Químicos envolvidos na produção de cerveja: uma revisão. **Rev. Virtual de Química**. ISSN 1884-6835, v. 12, v. 1, p. 120-147, 2020.

OLIVEIRA, A. M. **Alfabetização científica na educação básica: autonomia e argumentação crítica**. Dissertação (Doutorado). UNIVATIS, Lajeado, 2020.

OLIVEIRA, C. Z.; CAMPOS; J. B.; OLIVEIRA, M. A. A.; A ANÁLISE DO DISCURSO: uma abordagem teórico-metodológica em pesquisa de formação docente; **Revista Momento – diálogos em educação**, E-ISSN2316-3100, v.31, n. 3, p. 41-67, 2022.

PAULA, L. de.; Círculo de Bakhtin: uma análise dialógica de discurso. **Revista estrangeira de linguagens**, Belo Horizonte, v.21, n.1, p. 239-258, 2013. Disponível em: <http://periodicos.letras.ufmg.br/index.php/relin/article/viewFile/5099/4555> Acessado em 09.05.2023

PAYÁ, A.L.; GARCIA, L.; CUNHA, M.D.C. da; CRESPI, N.M.; ANGELIS, V.C. de; LEONI, J.N. de; MORAES, P.A.V. de. Produção e caracterização de cerveja

artesanal adicionada de aveia (*Avena sativa*). **Revista Engenharia em Ação** UniToledo, v.4, p.52-66, 2019

PEREIRA, B. S. A.; MENEZES, J. M. S.; CARMO, D. F. M. Contextualização no ensino de química: concepções e prática de professores da educação básica no interior do Amazonas. **Revista Cocar**. V.15 n. 33, 2021.

PIMENTA, L. B. et al. A história e o processo da produção de cerveja: uma revisão. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 37, n. 3, e26715,

RIBEIRO, R. T. M. Storage mobilization during germination and seedling establishment of *Macrolobium acaciifolium* Benth. (Leguminosae) and its role on the adaptation to the inundation pulses in the Amazon; Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica. 2014

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. A química da cerveja. **Química nova na escola**, v.37, p.98-105, 2015.

SALIMBENI, J. F.; MENEGUETTI, M. P. D. R. R. D.; ROLIM, T. F. **Caracterização da água e sua influência sensorial para produção de cerveja artesanal**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, 2016

SANTOS, I. M. G. **Principais Impactos Na Qualidade Da Fermentação Cervejeira**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021. Disponível em: [repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/25006/1/Principais%20impactos%20na%20qualidade%20da%20fermentação%20cervejeira.pdf](https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/25006/1/Principais%20impactos%20na%20qualidade%20da%20fermentação%20cervejeira.pdf) Acessado em 15.08.2023

SÃO TIAGO, S. **Divulgação Científica e educação; Divulgação científica e sociedade**. TV Escola Salto para o futuro. Rio de Janeiro: abril, 2010.

SILVA, L. M. **Estudo sobre a isomerização de alfa-ácidos de lúpulo na produção de cerveja artesanal em diferentes condições de processo**. Dissertação (Mestrado). USP, 2020.

SPIES, J. A. **Estudo sobre a isomerização de alfa-ácidos de lúpulo na produção de cerveja artesanal em diferentes condições de processo**. Trabalho de Conclusão de Curso, UNIVATIS, 2018.

TELEGINSKI, Fabio. **Moagem do Malte**. Engarrafador Moderno, 2018. Disponível em: < <https://engarrafadormoderno.com.br/processos/moagem-domalte>>. Acesso em: 02.08.2023

TSURUMARU, Y.; SASAKI, K.; MIYAWAKI, T.; UTO, Y.; MOMMA, T; UMEMOTO, N.; MOMOSE, M.; YAZAKI, K., HIPT-1, a membrane-bound prenyltransferase responsible for the biosynthesis of bitter acids in hops. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 417, n. 1, p 393-398, 2012.

Sítios da internet consultados:

<https://jc.ne10.uol.com.br/colunas/jc-negocios/2023/02/15182000-brasileiro-bebeu-quase-16-bilhoes-de-litros-de-cerveja-em-2022.html> (Acessado em 24/03/2023)

<https://diariodoestado.com.br/as-10-bebidas-mais-consumidas-no-mundo-110252/> (acessado em 24/03/2023)

<https://pixabay.com/pt/16otos/pulo-umbela-planta-de-alpinista-3542601/> (acessado em 08/04/2023)

<https://choppalemao.com.br/site/index.php/2021/05/01/cerveja-ale-ou-lager/> (Acessado em 09/05/2023)

## APÊNDICE A – MATERIAL PARA DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

Material de divulgação científica produzido e apresentado aos discentes como forma de expor o conteúdo aqui nessa pesquisa abordado.



# A QUÍMICA DA CERVEJA

Por Mayara Souza

## História da Cerveja



Vestígios de oxalato de cálcio  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ , em um vaso de ~5500 anos, ficou conhecida como a assinatura da cerveja



**Antigo Egito**  
A cerveja era considerada uma dádiva divina, e era produzida em grande escala pelos egípcios para consumo diário.

## História da Cerveja



**Antigo Egito**  
A cerveja era considerada uma dádiva divina, e era produzida em grande escala pelos egípcios para consumo diário.



**Idade Média**  
Os monges eram os principais produtores de cerveja durante esse período, e foram eles que introduziram novas receitas e técnicas de produção.



**No século XXI**  
É uma das bebidas mais consumidas no mundo, o Brasil é o 3º maior consumidor da bebida no mundo.

**CAFÉ CHÁ CERVEJA**

1º lugar das bebidas alcoólicas mais consumidas e mais produzida no país, e no mundo o Brasil é o terceiro maior produtor desse fermentado.

## INGREDIENTES DA CERVEJA

**Água**

É o ingrediente em maior quantidade e responsável pela diluição dos demais componentes. É importante que seja de alta qualidade para produzir uma cerveja livre de contaminantes.

**Malte**

É o responsável pela cor da cerveja e pelos açúcares que serão fermentados pelas leveduras.

**Lúpulo**

Adicionado durante a fervura para dar sabor, aroma e amargor à cerveja. Também possui propriedades antibacterianas e antioxidantes.

## LEI DA PUREZA

Duque Guilherme IV da Baviera, em 23 de abril de 1516. A lei da pureza da cerveja instituiu que a cerveja deveria ser fabricada apenas com os seguintes ingredientes: água, malte de cevada e lúpulo.

## ÁGUA

85 A 90% da composição.

**PROPRIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS**

pH < 6  
 Utilizar água com pH mais básico, pode dissolver materiais indesejados, presentes nos cereais e no malte utilizados na produção.  
 pH mais ácidos favorecem a atividade enzimática do malte.

Presença de sais minerais: os íons de cálcio (Ca<sup>2+</sup>), que estão presente na água, quando nas concentrações desejadas (50 a 150 ppm), auxilia na clarificação da cerveja e contribuem para obtenção de uma bebida estável e agradável ao paladar.

## ÁGUA



### PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Presença de sais minerais:  
os ions de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), que estão presente na água, quando nas concentrações desejadas (50 a 150 ppm), auxilia na clarificação da cerveja e contribuem para obtenção de uma bebida estável e agradável ao paladar.

A presença de ions magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), possuem um efeito semelhante ao cálcio, no entanto, com menor intensidade, uma vez que a solubilidade do fosfato de magnésio ( $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ) é maior, se comparado à solubilidade do fosfato de cálcio.

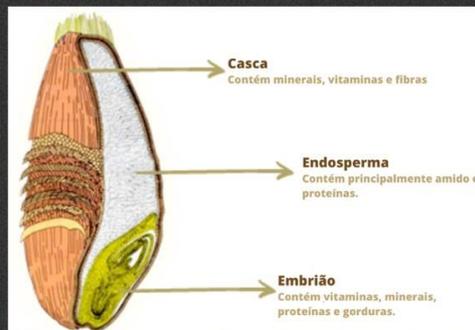
## Malte

*Hordeum vulgare*



O malte é na verdade o grão da cevada (*Hordeum vulgare*) que ao passar por uma série de processos, conhecidos por malteação dos grãos, se torna a cevada malteada.

## Malte



Rico em amido.  
A casca é rica Celulose\*

O embrião é o responsável pela estimulação da produção das enzimas;

Rico em minerais e vitaminas do complexo B.

Endosperma que encontramos a maior concentração de amido entre, 55% e 65%

## Lúpulo



É usado principalmente para conferir sabor e aroma à bebida, além de ajudar na conservação.

Constituído por ácidos alfa, ácidos beta e óleos essenciais.

Os alfa-ácidos são responsáveis pelo amargor da cerveja e ajudam a conservá-la.

Os beta-ácidos conferem o sabor e o aroma da bebida.

Os óleos essenciais presentes no lúpulo são responsáveis pelo aroma característico da cerveja, que pode variar de acordo com o tipo de lúpulo utilizado.

## Processo de produção

### Malteação

Maceração  
Ou molhamento dos grãos

Objetivo:  
Aumentar a umidade dos grãos;  
Eliminar contaminantes hidrossolúveis.  
Compostos fenólicos que inibem a germinação.

Tempo x Temperatura



## Processo de produção

### Germinação

Formação de novas enzimas  
Ativação das enzimas existentes  
Forma uma nova planta - Malte verde  
O amido é utilizado como fonte de energia, através de enzimas amilolíticas.



### O amido

É um polissacarídeo composto por 2 tipos de moléculas: amilose e amilopectina, e é constituído por monômeros de glicose.

A amilose possui uma estrutura linear formada pela junção de monômeros de glicose através de ligações glicosídicas do tipo  $\alpha - 1,4$ .

A amilopectina possui ramificações, pois além das ligações do tipo  $\alpha - 1,4$ , também possui ligações  $\alpha - 1,6$ .



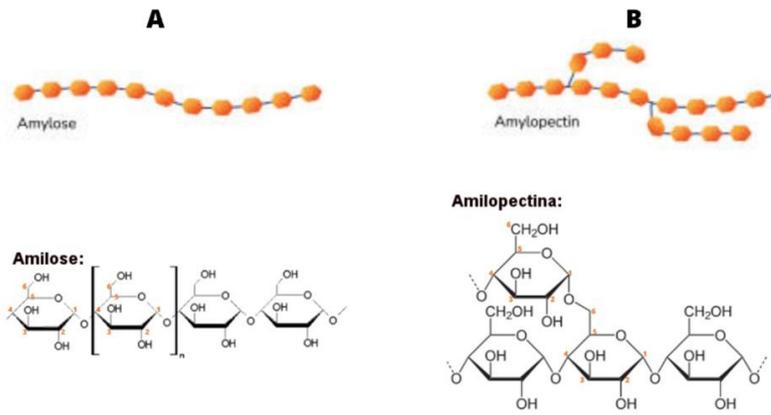
### Secagem

Submeter o grão a altas temperaturas.

70 a 85 °C podendo chegar a 100 °C por pelo menos 2 dias.

Eliminar contaminantes como Smetilmetionina (SMM) e dimetilsulfóxido (DMSO), que podem alterar o sabor do malte e serem tóxicos.

Quanto maior a temperatura exposta ao grão, mais torrado ficará, quanto mais torrado, mais sabores como notas de café, cacau e chocolate.



## Fervura do lúpulo

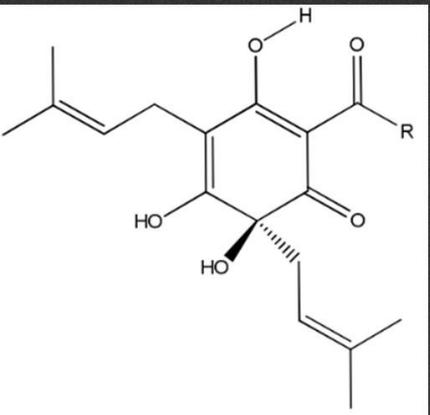
Os alfa-ácidos presentes no lúpulo, são insolúveis em meio aquoso e precisam passar por um processo de isomerização, através da fervura desse material, para se tornarem isso-alfa-ácidos.

São conhecidos por humulonas, e representam a maior parte da composição do mosto.

35-70% são humulonas, 20-55% são cohumulona, 10-15% adhumulona, 1-10% prehumulona, 1-3% poshumulona

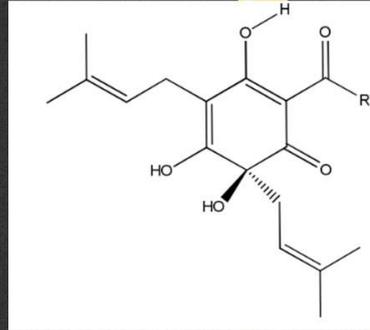


### Estrutura básica de uma humulona





Os beta-ácidos ( $\beta$ -ácidos), também chamados por lupulonas, se diferenciam pela substituição da hidroxila, presente no carbono 5, por um grupamento alquila

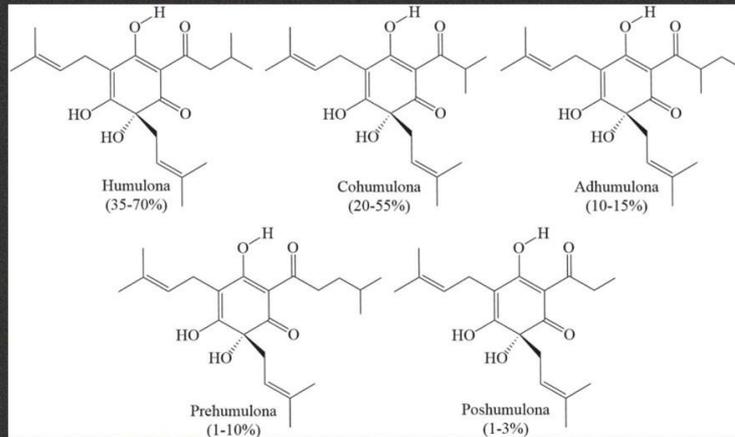


## Fervura do lúpulo

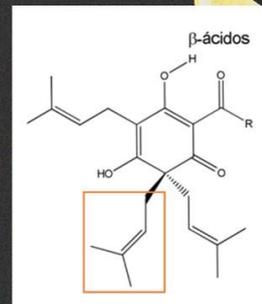
Os alfa-ácidos presentes no lúpulo, são insolúveis em meio aquoso e precisam passar por um processo de isomerização, através da fervura desse material, para se tornarem isso-alfa-ácidos.

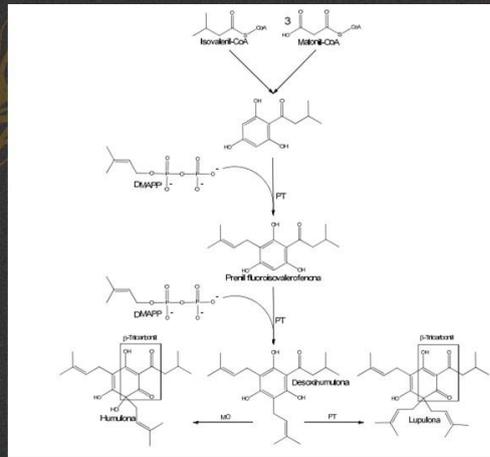
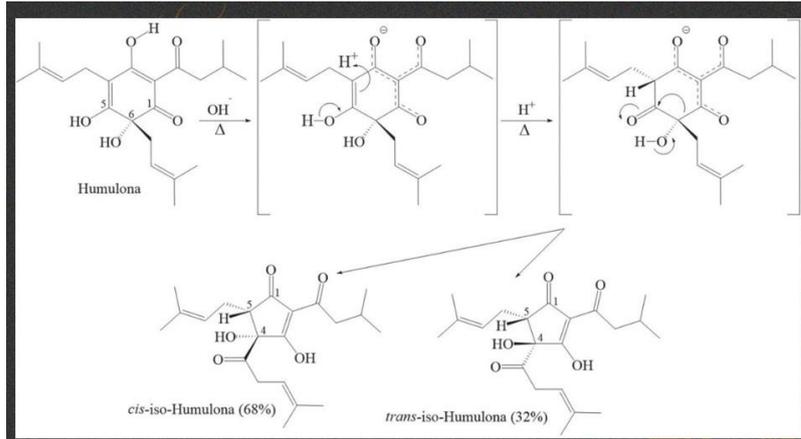
São conhecidos por humulonas, e representam a maior parte da composição do mosto.

35-70% são humulonas, 20-55% são cohumulona, 10-15% adhumulona, 1-10% prehumulona, 1-3% poshumulona



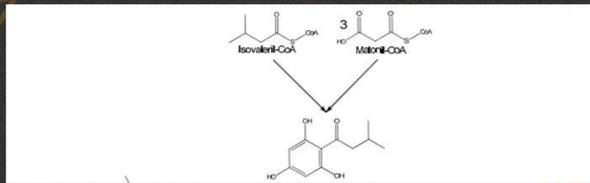
Os beta-ácidos ( $\beta$ -ácidos), também chamados por lupulonas, se diferenciam pela substituição da hidroxila, presente no carbono 5, por um grupamento alquila





### Síntese das humulonas e lupulonas

Inicia-se no mesmo grupamento tricarbonil conjugado, formando um grupamento aromático.



### Tipos de Cerveja

As cervejas podem ser diferenciadas pelo tipo de produção e características dos materiais envolvidos na produção





### HARMONIZAÇÃO COM CERVEJAS

 <p><b>Witbier</b> Salada caprese no pão</p> 	 <p><b>Amber Lager</b> Nachos e chilli</p> 	 <p><b>Weissbier</b> Nachos e guacamole</p> 	 <p><b>Fruit Lambic</b> Queijo Brie</p> 
 <p><b>Fruit Lambic</b> Chocolate branco</p> 	 <p><b>Irish Red Ale</b> Salame italiano</p> 	 <p><b>Double IPA</b> Torta de limão</p> 	

## Degustação e Análise Sensorial da Cerveja

<p><b>1</b> Observação Visual</p> <p>Análise da aparência, cor, transparência e espuma da cerveja.</p>	<p><b>2</b> Percepção Olfativa</p> <p>Identificação de aromas e intensidade olfativa da cerveja.</p>
<p><b>3</b> Paladar</p> <p>Análise do sabor, amargor e corpo da cerveja. Também avalia-se a carbonatação e o equilíbrio entre os sabores.</p>	<p><b>4</b> Conclusão e Harmonização</p> <p>Após a análise, é possível concluir quais são as características da cerveja e quais alimentos podem ser harmonizados com ela.</p>

