

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO  
ENGENHARIA QUÍMICA

**JULIANA FARIA SALIMBENI**  
**MARIANA PEREIRA DEVOLIO R. R. D. MENEGUETTI**  
**TATIANA FERRETTI ROLIM**

**CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA E SUA INFLUÊNCIA  
SENSORIAL PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL**

Campinas  
2016

**JULIANA FARIA SALIMBENI – R.A. 004201401059**  
**MARIANA P. D. R. R. D. MENEGUETTI – R.A. 004201200321**  
**TATIANA FERRETTI ROLIM – R.A. 004201200610**

**CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA E SUA INFLUÊNCIA  
SENSORIAL PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL**

Trabalho de graduação apresentado ao  
Curso de Engenharia Química da  
Universidade São Francisco, para a  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Química.

Orientador: Prof. Ms. José Pedro  
Thompson Junior

Campinas

2016

663.4 Salimbeni, Juliana Faria.  
S16c Caracterização da água e sua influência sensorial para  
produção de cerveja artesanal / Juliana Faria Salimbeni  
Mariana Pereira Devolio R. R. D. Meneguetti, Tatiana Ferretti  
Rolim. -- Campinas, 2016.  
59 f.

Trabalho de conclusão do curso (Curso de Engenharia  
Química).  
Orientação: José Pedro Thompson Junior.

1. Cerveja. 2. Água cervejeira. 3. Sensorial. I. Meneguetti,  
Mariana Pereira Devolio R. R. D.. II. Rolim, Tatiana Ferretti.  
III. Thompson Junior, José Pedro. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelas Bibliotecárias do Setor de  
Processamento Técnico da Universidade São Francisco.

**JULIANA FARIA SALIMBENI  
MARIANA P. D. R. R. D. MENEGUETTI  
TATIANA FERRETTI ROLIM**

**CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA E SUA INFLUÊNCIA  
SENSORIAL PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL**

Trabalho de graduação apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade São Francisco, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

**Data de aprovação:** \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

**Banca Examinadora:**

---

Prof.º Dr. André Augusto Gutierrez  
Universidade São Francisco

---

Prof.º Ms. José Pedro Thompson Junior  
Universidade São Francisco

---

Prof.º Dr. Mário Eusébio Torres Alvares  
Universidade São Francisco

---

Prof.º Ms. Rosana Zanetti Baú  
Universidade São Francisco

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Deus por nos dar saúde para batalharmos pelos nossos sonhos.

Um agradecimento especial à nossas famílias pelo apoio incondicional ao longo desta jornada, entendendo nossas ausências, e dando todo suporte necessário para que o desenvolvimento deste trabalho fosse possível.

Aos nossos colegas que nos apoiaram e nos ajudaram, tornando mais prazerosa a luta ao longo desses cinco anos, e aos coordenadores técnico e pedagógico que nos auxiliaram e nos apoiaram durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

*“A verdadeira viagem de descobrimento  
não consiste em procurar novas  
paisagens, mas em ter novos olhos”.*  
*(Marcel Proust)*

## **RESUMO**

Com o crescimento das cervejas especiais e até artesanais, cada vez mais os consumidores estão mais rigorosos na escolha das bebidas que vão consumir, pois esses tipos de cervejas são mais encorpados além de apresentar diversos sabores e texturas diferentes das cervejas comuns. Para obter cervejas desse tipo é necessária uma produção bem acompanhada e com ingredientes de alta qualidade, para que não ocorra nenhum tipo de contaminação ou qualquer outro problema que afete toda a produção. Um dos ingredientes que pode afetar diretamente a qualidade da cerveja é a água. A escolha da mesma para fabricar cerveja é essencial para determinar qualidade e excelência de fabricação nos dias atuais. De acordo com os estudos realizados, a água modifica o sabor final do produto devido à sua composição e interação com os demais ingredientes. Este trabalho apresenta uma abordagem sobre a influência da água na qualidade e perfil sensorial da cerveja, trazendo as etapas do processo, bem como seus ingredientes, e um estudo aprofundado das propriedades da água como protagonista no processo cervejeiro, demonstrado através da produção caseira de duas cervejas utilizando água deionizada e água mineral, que comprovou a influência da água na qualidade final da cerveja, porém observou se que outros fatores como o malte e a levedura também são fatores que devem ser levados em consideração na produção cervejeira.

**Palavras-chave:** Cerveja. Água cervejeira. Sensorial.

## **ABSTRACT**

With the growth of specialty beers and even homebrew more and more consumers are more strict in choosing the drinks they will consume, as these types of beer are more full-bodied and have different flavors and textures than common beers. To obtain beers of this type requires a well-matched production and with high quality ingredients, so that no contamination or any other problem affecting the entire production takes place. One of the ingredients that can directly affect the quality of beer is water. Choosing the same to brew is essential to acquire quality and manufacturing excellence these days. According to the studies carried out, the water can modify the final taste of the product due to its composition. This work presents an approach on the influence of water on the quality and sensorial profile of beer, bringing the process stages as well as its ingredients, and an in-depth study of the properties of water as protagonist in the brewing process, demonstrated through a homemade production and theoretical deepening.

**Keywords:** Beer. Brew water. Sensory.

## **LISTA DE FIGURAS**



FIGURA 1 – Grão de cevada.....	18
FIGURA 2 – Flores fêmea de lúpulo.....	19
FIGURA 3 – Processo simplificado da produção artesanal da cerveja.....	22
FIGURA 4 – Perfil de resposta da fermentação.....	26
FIGURA 5 – Principais características sensoriais causadas pelas matérias primas da produção de cerveja.....	36
FIGURA 6 – Sanitizante PAC 200.....	41
FIGURA 7 – Diferença de pH entre as águas.....	42
FIGURA 8 – Aquecimento da água para mosturação.....	43
FIGURA 9 – Início da mosturação.....	43
FIGURA 10 – Teste de iodo.....	44
FIGURA 11 – Clarificação do mosto.....	45
FIGURA 12 – Clarificação do mosto produzido com água desmineralizada.....	45
FIGURA 13 – Clarificação do mosto produzido com água mineral.....	46
FIGURA 14 – Resfriamento do mosto com auxílio de um trocador de calor tipo serpentina.....	47
FIGURA 15 – Hidratação da levedura.....	48
FIGURA 16 – Resultado do questionário online.....	50
FIGURA 17 – Estratificação por idade e sexo dos consumidores que responderam “Cervejas Especiais” no questionário.....	50
FIGURA 18 – Resultado da pesquisa: Água é influente ou não no sensorial.....	51
FIGURA 19 – Análise sensorial.....	52
FIGURA 20 – Ficha de aceitação sensorial.....	53
FIGURA 21 – Resultado da avaliação sensorial.....	54

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Composição química (mg/L) de várias águas para cerveja.....	32
TABELA 2 – Quantidade de íons no mosto e na cerveja usando água desmineralizada.....	33
TABELA 3 – Íons da água e influência sensorial para a cerveja.....	37
TABELA 4 – Verificação da atividade da levedura através da densidade do mosto..	48

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	13
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA .....	13
2.2 LEGISLAÇÃO .....	14
2.3 CERVEJAS ESPECIAIS E PARTICIPAÇÃO NO MERCADO .....	15
2.4 ESTILOS DE CERVEJAS .....	15
2.5 INGREDIENTES .....	17
2.5.1 Malte .....	17
2.5.2 Adjuntos .....	18
2.5.3 Lúpulo .....	19
2.5.4 Levedura .....	20
2.5.5 Água .....	21
2.6 PRODUÇÃO DA CERVEJA ARTESANAL .....	21
2.6.1 Moagem .....	22
2.6.2 Mosturação .....	23
2.6.3 Clarificação .....	24
2.6.4 Fervura .....	24
2.6.5 Fermentação .....	25
2.6.6 Maturação .....	26
2.6.7 Carbonatação e engarrafamento .....	27
2.7 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA .....	28
2.7.1 Constituição da água .....	29
2.7.1.1 Constituintes inorgânicos da água .....	30
2.7.1.2 Constituintes orgânicos da água .....	30

2.7.1.3	Constituintes microbiológicos da água .....	30
2.7.2	A influência dos íons inorgânicos na qualidade da água .....	31
2.7.2.1	Fontes de íons na cerveja .....	32
2.7.2.2	Os íons no mosto e na cerveja .....	33
2.8	QUALIDADE SENSORIAL DA CERVEJA.....	34
2.8.1	Influências na análise sensorial .....	34
2.8.2	Principais matérias primas e sua influência no perfil sensorial .....	35
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>38</b>
3.1	MATERIAIS.....	38
3.2	TIPO DE ÁGUA.....	39
3.3	PRODUÇÃO DA CERVEJA .....	39
3.4	PESQUISA DO PERFIL DE CONSUMIDORES .....	39
3.5	ANÁLISE SENSORIAL.....	39
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>41</b>
4.1	ETAPAS DA PRODUÇÃO DA <i>WITBIER</i> .....	41
4.2	AVALIAÇÕES DO PERFIL DE CONSUMIDORES .....	49
4.3	RESULTADOS PARA ANÁLISE SENSORIAL.....	51
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>55</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>57</b>

## INTRODUÇÃO

Estima-se que o homem começou a utilizar bebidas fermentadas há 30 mil anos, porém, a produção de cerveja deve ter se iniciado por volta de 8000 a.C. No Brasil o costume de beber cerveja foi trazido no início do século XIX, durante a permanência da família real. Em 1999, o mercado brasileiro de cerveja era disputado por quatro grandes empresas, mas, ano a ano, as pequenas cervejarias vêm ganhando espaço (AQUARONE et al, 2001).

A produção de cerveja artesanal vem aumentando relativamente nos dias atuais, devido à grande busca por cervejas com sabores e texturas diferenciadas. De acordo com Souza (2016), a qualidade da cerveja, bem como características condizentes ao estilo, está intimamente relacionada com as propriedades da água utilizada no processo de fabricação.

Segundo Kaminski e Palmer (2013), os fabricantes de cerveja obtiveram sua água das fontes de superfície e subterrânea por séculos. A água não é encontrada pura na natureza, pois em todo seu percurso ela entra em contato com o ar, solo e outras superfícies que agregam substâncias e partículas em sua composição. Nos dias atuais, a água pode ser mole ou dura, o pH ajustado e íons ou produtos orgânicos removidos para tornar a água mais atraente para uma produção ideal.

Dentre os materiais dissolvidos, encontram-se as mais variadas substâncias como, por exemplo, substâncias com cálcio e magnésio que tornam a água dura; substâncias com ferro que dão cor e sabor diferentes à mesma e substâncias resultantes das atividades humanas, tais como produtos industriais, que a tornam imprópria ao consumo. Por sua vez, a água pode carregar substâncias em suspensão, tais como partículas finas dos terrenos por onde passa e que dão turbidez à mesma; pode também carregar substâncias vivas, como algas, que modificam seu sabor, ou ainda, quando passa sobre terrenos sujeitos à atividade humana pode levar em suspensão microrganismos patogênicos (SERVIÇO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO UNAÍ-MG, 2016).

Os íons que fazem parte da composição da água reagem entre si e com os demais ingredientes utilizados na fabricação da cerveja, conferindo características desejáveis ou não. Além disso, a presença de sais em excesso promove o aumento do pH (alcalinidade), má formação de açúcares, degradação proteica mais lenta, extração de polifenóis (cor escura) e melhor solubilização das substâncias amargas do lúpulo e quando a presença de sais é baixa ocorre o oposto destas características (SOUZA, 2016).

As características do sabor e do odor são consideradas em conjunto, pois geralmente a sensação de sabor é decorrente da combinação de gosto mais odor; são características que provocam sensações subjetivas nos órgãos sensitivos do olfato e paladar, causados pela existência de substâncias em solução, oriundas de fontes diversas, portanto a análise sensorial para produtos alimentícios é indispensável e uma das mais importantes, com isso a análise se torna decisiva para liberação desse produto para o mercado. No processo de fabricação da cerveja, a análise sensorial se aplica em todas as etapas do processo, a fim de se acompanhar possíveis desvios no paladar.

O aumento do interesse em se produzir cerveja de maneira artesanal é significativo e leva os produtores artesanais a comprarem água mineral para a fabricação da cerveja. Embora existam muitas teorias e discussão envolvendo a água ideal para cada estilo de cerveja e seus tratamentos específicos, surgiu então o interesse em se verificar na prática o grau de relevância dos íons na qualidade final e sensorial da cerveja.

Neste sentido, o objetivo do trabalho é mostrar se a água realmente influencia no sabor final da cerveja, produzindo e comparando duas receitas, com tipos de águas distintas, sendo uma mineral e outra deionizada, a fim de conferir suas características, realizando um painel sensorial para degustação, comparando as duas cervejas produzidas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Visando caracterizar a cerveja ao longo do tempo, é necessário analisar a sua origem, e os aspectos legais que a definem, além da influência do mercado como agente no consumo da cerveja.

### 2.1 Contextualização histórica

Embora a cerveja tenha origem incerta, Aquarone et al (2001) relata que artefatos históricos permitem datar algo em torno de 8.000 a.C pelos povos da Suméria, Babilônia e Egito, enquanto Bamforth (2009) descreve a importância da cerveja como moeda de troca, e que juntamente com o pão, foi o item mais importante na dieta dos antigos egípcios, de modo que era uma bebida presente nas refeições dos Faraós aos agricultores, sendo que posteriormente os egípcios passaram suas técnicas de cervejaria para os gregos e romanos.

A descoberta da cerveja pode ter ocorrido por meio da deterioração do pão de centeio que apresentou um sabor agradável decorrente da fermentação alcoólica, onde os pedaços do pão de malte eram deixados em água para a fermentação gerando a cerveja que nesse momento era um líquido turvo que necessitava filtrar os resíduos sólidos remanescentes.

Os germânicos consumiam o hidromel (fermentação alcoólica do mel) como bebida alcoólica até conhecerem a cerveja. Durante muito tempo a cerveja era a bebida dos pobres, pois os ricos tinham preferência pelo vinho. Ao longo da história da cerveja, destaca-se o fato de os monges terem preservado os métodos de fabricação de cerveja, e durante a idade Média os mosteiros se tornaram grandes produtores de cerveja, destacando-se o mosteiro beneditino alemão *Weihenstephan* que é hoje a cervejaria mais antiga do mundo com funcionamento desde 1040 (BEER LIFE, 2016).

Considerando as condições financeiras e tecnológicas da época, Priest e Stewart (2006) explicam que as cervejas precisavam ter um elevado teor de álcool para manter sua conservação, até que no século X na Alemanha, ocorreu uma modificação no processo de produção e introduziram a adição de lúpulo à cerveja, devido sua capacidade de agir como conservante, e posteriormente a nova tendência chegou à Grã-Bretanha no século XV e à América no século XVII. Em 1516 na Alemanha, a lei da pureza (*Reinheitsgebot*) foi estabelecida na Baviera, determinando que apenas malte, lúpulo e água poderiam ser utilizados na produção da cerveja, com exceção de cervejas especiais que permitia o uso do trigo. Entretanto a levedura foi permitida posteriormente em razão ao reconhecimento da mesma no processo de fermentação.

Em 1808 a cerveja chegou ao Brasil juntamente com a corte portuguesa e a primeira marca brasileira de cerveja é a Bohemia, produzida na cidade fluminense de Petrópolis (BEER LIFE, 2016).

## 2.2 Legislação

De acordo com a legislação brasileira, “cerveja é a 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).

O Decreto 6.871 de 2009 faz 15 exigências sobre a rotulagem e proíbe no parágrafo único do artigo 11 que o rótulo contenha informações que causem dúvida, faltem com a verdade ou que não sejam claras, beneficiando os consumidores.

No Brasil o órgão regulamentador de bebidas é o Ministério da Agricultura, atuando como responsável por todas as atividades, dentre elas, de controle, registro e fiscalização relacionadas com a produção de bebidas alcoólicas e não alcoólicas. Diferentemente da Alemanha que instituiu a lei da pureza, o Brasil permite a substituição de até 45% do malte de cevada por adjuntos cervejeiros e corante para correção da cor da cerveja conforme no Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, permitindo assim, o uso do milho e corante caramelo por parte das grandes cervejarias nacionais (BRASIL, 2009).



A legislação brasileira descrita nas resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDC nº 64 e RDC nº 65 publicadas em novembro de 2011) permite o uso de 84 tipos de substâncias químicas além dos ingredientes essenciais, sendo que a inclusão das substâncias foi discutida por meio da Consulta Pública nº 69/2010 envolvendo 20 instituições.

### **2.3 Cervejas especiais e participação no mercado**

Embora seja definida de forma simples, existem diversos tipos de cerveja. Dessa forma as cervejas especiais representam a maior variedade de sabores disponíveis, e estão alavancando o ramo de cervejarias e contribuindo para o surgimento de um novo perfil de consumidores; pessoas dispostas a pagar valores elevados por esses produtos. Diante deste dado, empreendedores do ramo de cerveja se voltam para esses produtores artesanais, a fim de ampliar sua atuação no mercado (G1,2016).

De acordo com o SEBRAE (2016), os números expressivos de vendas das cervejas especiais são hoje uma porcentagem muito pequena se comparada às grandes produtoras de cervejas tradicionais, porém um mercado muito promissor não apenas para os produtores, mas também para as empresas envolvidas na fabricação como embalagem, ingredientes e a própria atividade de venda. Contudo, é de extrema importância observar os custos envolvidos no processo, os altos impostos incidentes sobre a cerveja e a concorrência diante das cervejas especiais importadas.

### **2.4 Estilos de cervejas**

Considerando que cada país possui suas particularidades como por exemplo clima, disponibilidade de insumos e mercado que influenciam no tipo de cerveja consumido, a variedade de cervejas produzidas é muito ampla.

Aquarone et al (2001) classifica as cervejas basicamente quanto ao processo fermentativo. A principal diferença ocorre com tipo de levedura utilizada, sendo as cervejas do tipo Ale utiliza levedura para fermentação em temperaturas mais altas e o tipo Lager que utiliza leveduras de baixa fermentação.

Hughes (2014) evidencia que as cervejas do tipo lager são as mais produzidas e consumidas em todo o mundo. A produção de lager é feita a partir da levedura de baixa fermentação, onde a mesma se deposita na base do fermentador, sua temperatura de fermentação é de aproximadamente 12°C e necessita de um tempo maior de maturação se comparado à Ale, produzindo uma cerveja leve, clara, com alta carbonatação, com traços sutis ou ausente de lúpulo. A cerveja lager mais famosa é a Pilsen ou Pilsner, de origem tcheca, possui sabores complexos de malte, são muito carbonatadas e levemente aromatizadas. Uma versão mais suave é a light lager que contém baixo teor alcoólico, a versão norte americana leva milho ou arroz como adjunto.

As ale são o estilo preferido dos cervejeiros artesanais, por ter seu processo mais rápido se comparado com a lager, possibilitando fazer inúmeras combinações de malte e lúpulo. Sua concepção se deu na antiguidade por ser uma fonte de hidratação e nutrição da população. As ales são fermentadas com temperaturas mais altas, entre 16-22 °C e é possível destacar dentro deste estilo a Pale ale, Indian pale ale, lambic, bitter, strong ale, brown ale, mild, barley wine, porter e stout. A pale ale inglesa tem menos amargor e sabor de caramelo, a versão belga é mais forte com um picante proveniente da levedura belga e a norte americana é mais cítrica e contém mais lúpulo. Muito lupulada e alcoólica, a indian pale ale precisava resistir a longas viagens de navio. A versão norte americana é mais forte e amarga que a inglesa (HUGHES, 2014).

Priest e Stewart (2006) elucidam que a existência dessa ampla variedade de estilos é consequência de uma gama de variáveis, desde os ingredientes, o processo, o mercado, a cultura, entre outros fatores que contribuem para que cada região do mundo tenha seu estilo de cerveja.

## 2.5 Ingredientes

A variedade de estilos de cerveja existe principalmente devido aos ingredientes utilizados em sua produção, portanto, a arte de se produzir cerveja permite a introdução dos mais variados e exóticos ingredientes, portanto, replicar um estilo ou inovar na elaboração de uma cerveja, exige um conhecimento no mínimo superficial sobre as principais matérias primas envolvidas e Barth (2013) define como matérias primas base para a produção da cerveja: o malte, adjuntos, lúpulo, levedura e água; sendo os adjuntos uma complementação para fornecer amido e açúcar.

### 2.5.1 Malte

O malte como mostra a FIGURA 1, é definido segundo Aquarone et al (2001) como “o produto da germinação controlada de sementes de cevada”.

A cevada, é uma gramínea da espécie *Hordeum vulgare*, cujos grãos da espiga podem se apresentar nas formas de 2 ou 6 fileiras, onde ambas têm suas vantagens. A cevada de seis fileiras possui teor de amido menor, promovendo um rendimento menor na mosturação, porém, por possuir mais cascas, este tipo de cevada auxilia na filtração do mosto e permite maior proporção de adjunto na formulação da cerveja, este tipo de cevada é muito utilizada nas cervejarias dos Estados Unidos. Na Europa e no Brasil é utilizado a cevada de duas fileiras, que possui maiores quantidades de amido, casca mais fina e menores quantidades de substâncias fenólicas e amargas (AQUARONE et al 2001).



Fonte: BARTH, 2013<sup>1</sup>  
FIGURA 1 – Grão de cevada (a) Grãos de cevada maltada (b) grãos de cevada triturados para mosturação

Para Aquarone et al (2001) a principal função do malte é fornecer açúcar para a fermentação da cerveja. O malte é feito à partir da cevada por possuir alto teor de amido, pela qualidade e quantidade de proteína que servem para nutrir a levedura e por ser facilmente maltado. Contudo Priest e Stewart (2006) mencionam que outros cereais podem ser maltados, especialmente para se produzir cervejas especiais, como o caso da cerveja de trigo alemã *Weiss* produzida com trigo maltado.

## 2.5.2 Adjuntos

Os adjuntos têm função de fornecer carboidratos ao mosto e os mais utilizados são milho, trigo, arroz, cevada, sorgo, centeio, aveia, batata, mandioca, entre outros de menor importância. Além de ser economicamente viável, Aquarone et al (2001) explica também que os adjuntos melhoram a qualidade físico química e sensorial da cerveja, auxiliam na redução do teor de nitrogênio do mosto responsável pela infecção

---

<sup>1</sup> BARTH, Roger. **The chemistry of beer: the science in the suds**. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2013

lática na cerveja, proporcionando uma estabilidade coloidal e aumentando o tempo de vida da cerveja engarrafada.

A classificação dos adjuntos é feita em amiláceos e açucarados, sendo o milho e o arroz os representantes mais comuns da classe dos amiláceos. Na classe dos açucarados, os xaropes de cereais, sendo o de milho o mais empregado. Entretanto sua utilização deve respeitar a legislação vigente e levar em consideração que este adjunto precisa produzir açúcares fermentáveis e dextrinas não fermentáveis e com o mínimo de proteínas solúveis para que as propriedades fiquem semelhantes ao do malte (AQUARONE et al 2001).

### 2.5.3 Lúpulo

O Lúpulo (*Humulus lupulus*) pertence à família *Cannabaceae*, é uma planta diótica, ou seja, possui flores macho e fêmea, porém para a produção de cerveja, interessa apenas a flor fêmea, conforme FIGURA 2, que possui glândulas amarelas que contém lupulina, ou seja, responsável pelo aroma e amargor das cervejas, acrescentando estabilidade do sabor e da espuma das cervejas; outra característica importante do lúpulo é sua ação antisséptica devido a presença de ácidos isoalfa em sua composição, que são bacteriostáticos (AQUARONE et al 2001).



Fonte: BARTH, 2013<sup>2</sup>  
**FIGURA 2** – Flores fêmea de lúpulo

As resinas ou humulonas são constituídas por alfa e beta ácidos. São responsáveis por fornecer amargor, óleos essenciais ou lupulonas, pelo sabor e aroma. São constituídos por muitos componentes sendo os principais os hidrocarbonetos da família dos terpenos, ésteres, aldeídos, cetonas, ácidos e alcoóis (AQUARONE et al 2001).

## 2.5.4 Levedura

De acordo com Aquarone et al (2001), pertencente ao reino Fungi, as leveduras frequentemente empregadas na produção cervejeira são as *Saccharomyces cerevisiae* na produção de ales, e para a produção de lagers a levedura *Saccharomyces uvarum*. A principal função da levedura consiste na transformação dos açúcares como a glicose e a maltose em CO<sub>2</sub> e álcool. Boulton (2013) explica também que existem em média 100 gêneros de leveduras divididos em mais de 700 espécies, porém menos da metade tem a capacidade de catalisar a fermentação alcoólica, sendo a classe dos *Ascomycetes*, as de interesse dos cervejeiros, mais especificamente as estirpes do gênero *Saccharomyces*, que significa “fungo do açúcar” em latim.

Para Palmer (2006), além da conversão do açúcar em etanol e CO<sub>2</sub>, outros componentes são produzidos pela levedura, como ésteres, alcoóis superiores, cetonas, fenóis e ácidos graxos, que contribuem para a formação do sabor e aroma da cerveja. Bem como os ésteres contribuem com notas frutadas à cerveja, os fenóis fornecem notas de especiarias; o diacetil é um componente cetônico que em grandes quantidades fornece sabor amanteigado forte à cerveja. Boulton (2013) enfatiza que a variedade de compostos é semelhante para todas as estirpes de levedura de cerveja, embora as concentrações de cada um podem mostrar variação significativa.

---

<sup>2</sup> BARTH, Roger. **The chemistry of beer: the science in the suds**. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2013

Como resultado, cervejarias pelo mundo possuem cepas que são guardadas em sigilo absoluto durante décadas a fim de manter um padrão de qualidade e diferencial das concorrentes.

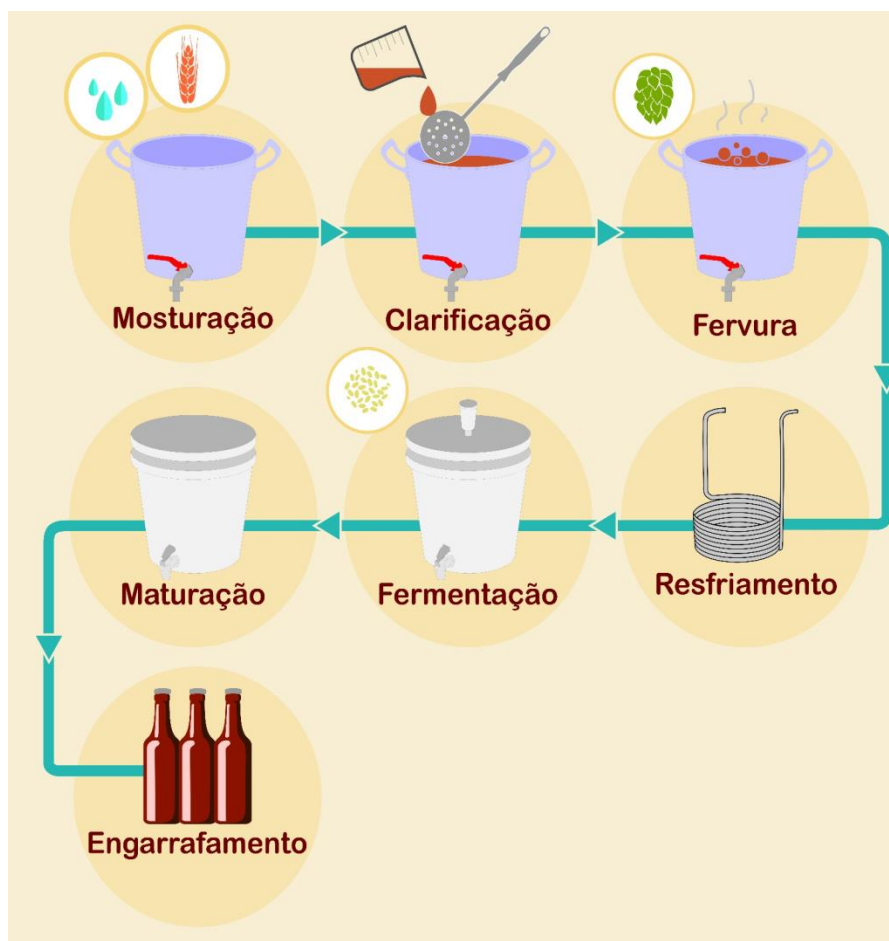
### **2.5.5 Água**

Alto consumo de água de boa qualidade é característica da produção de cerveja. Mais de 90% da cerveja é composta por água e uma fábrica de cerveja eficiente usará tipicamente entre 4 e 6 litros de água para produzir um litro de cerveja. Algumas cervejarias usam muito mais água, em especial, as pequenas cervejarias. Além de água utilizada para a produção de cerveja, também usam água para aquecimento e refrigeração, bem como de limpeza e saneamento de áreas de equipamentos e processos. Cada uso exige uma qualidade específica da água (GOLDAMMER, 1990).

## **2.6 Produção da cerveja artesanal**

Com o conhecimento dos ingredientes utilizados na produção de cerveja artesanal é possível entender melhor o processo, utilizando-os de maneira correta e sem desperdício, tornando a produção eficiente.

Com o intuito de simplificar a familiarização com o processo de produção, é possível resumi-lo em sete etapas, conforme FIGURA 3.



Fonte: os autores

**FIGURA 3** – Processo simplificado da produção artesanal da cerveja

As etapas serão abordadas nesta seção consiste na moagem, mosturação, clarificação, fervura, resfriamento, fermentação, maturação e engarrafamento.

### 2.6.1 Moagem

Segundo Boulton (2013) a moagem é a primeira etapa do processo para se produzir a cerveja.

A etapa da moagem consiste na trituração dos grãos de malte e adjuntos a partir de um moedor de rolos ajustáveis, reduzindo o tamanho dos grãos de tal modo que se preserve parte da casca que será utilizada como agente filtrante, agindo diretamente na eficiência do processo. Uma moagem correta permite que o amido contido no interior do endosperma seja liberado para que as enzimas consigam



quebrar em açúcares menores este amido (BOULTON, 2013). Embora a moagem seja um processo importante, hoje em dia é possível através de lojas especializadas, adquirir o malte moído, permitindo um processo menos demorado, partindo-se da etapa de mosturação.

## 2.6.2 Mosturação

A mosturação ou brassagem é o processo onde ocorre o aquecimento da mistura de malte moído, adjuntos e água a uma determinada temperatura para continuar as mudanças bioquímicas iniciadas durante o processo de maltagem.

Nesta etapa, Goldammer (1999) explica que o malte e os adjuntos são hidratados, os amidos gelatinizados, os materiais solúveis se dissolvem, as enzimas convertem os amidos em açúcares fermentáveis, resultando ao final da mosturação um mosto contendo um conjunto de açúcares fermentáveis e dextrinas não fermentáveis, onde estas enzimas que serão responsáveis pela conversão do amido (alfa- e beta-amilase) e proteínas (solúvel e não solúvel) que afetam as mudanças físicas e bioquímicas durante a fermentação.

Para melhor compreensão do processo de mosturação, Boulton (2013) demonstra a necessidade de se entender a participação de duas enzimas que possuem papel fundamental para a produção de uma cerveja de qualidade, as proteolíticas e as diastáticas. As enzimas proteolíticas são responsáveis por melhorar a retenção de espuma e fornecer nutrientes para as leveduras em forma de aminoácidos e são ativadas à temperatura de 45 °C, sendo as responsáveis pelo fornecimento de aminoácidos entre 45-50°C e os compostos que auxiliam na retenção da espuma entre 50-60°C. As enzimas diastáticas são responsáveis pela sacarificação, ou seja, converter o amido do malte em açúcar; o mecanismo de funcionamento baseia-se na quebra de longas moléculas de polissacarídeos (amido) em 2 moléculas formando maltose ou em três moléculas formando maltotriose que são mais facilmente convertidas em açúcar fermentável para o mosto, cadeias de glicose de 4 ou mais moléculas são chamadas de dextrinas, que são açúcares não

fermentáveis importante por fornecer corpo à cerveja. Dentre as enzimas diastáticas destacam-se a Alfa-amilase, que promove a ruptura da cadeia do amido em cadeias menores, sendo melhor ativada em temperaturas entre 65-67°C. A beta amilase é capaz de atacar a molécula do amido em sua extremidade, retirando uma molécula de maltose por vez e é ativada em temperaturas entre 52-62°C.

### **2.6.3 Clarificação**

Embora a clarificação ou recirculação seja considerada um processo simples, Whistler (1998) evidencia sua importância para se obter um melhor aproveitamento do açúcar dos grãos e evitar sabores adstringentes na cerveja.

Para Whistler (1998) este processo é definido de forma simples, consistindo basicamente em separar a matéria sólida do líquido, originários da mosturação para prosseguir com a etapa de fervura. Caso estes grãos não sejam removidos, haverá excesso de taninos na cerveja. A remoção dos grãos pode ser feita utilizando inúmeras configurações, sendo as mais utilizadas, o saco de grãos ou um fundo falso com cavidades que funcionam como uma peneira, porém o mosto deve ser recirculado antes da remoção e majoritariamente água em temperatura média de 78°C é acrescentada neste processo para auxiliar na solubilização dos açúcares ainda presos nos grãos e manter a temperatura do mosto para facilitar a etapa de fervura.

### **2.6.4 Fervura**

Priest e Stewart (2006) enfatizam que o processo de fervura do mosto é exclusivo para a produção de cerveja, uma vez que para a produção de vinagre ou destilados não é necessária.

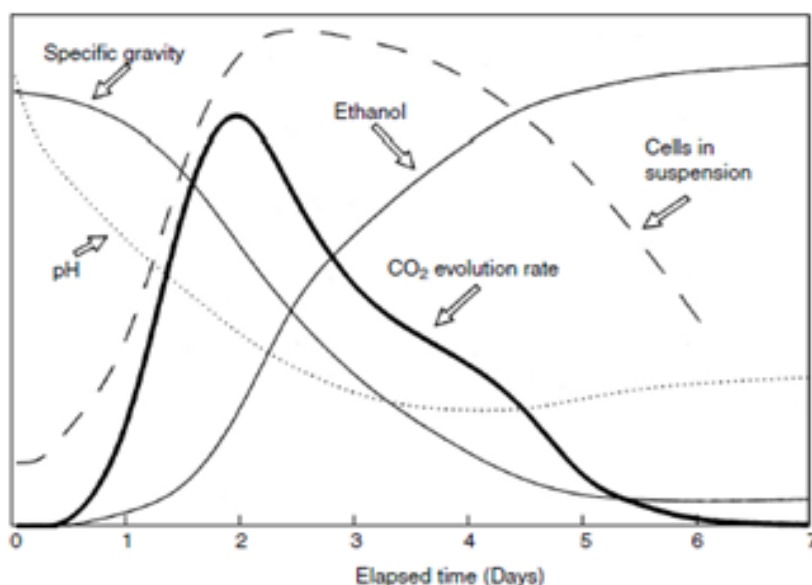
A fervura do mosto é fundamental para a qualidade da cerveja e consiste na última etapa quente do processo. Dentre as várias funções da fervura, uma delas é a de esterilizar o mosto que passou por diversas etapas de manipulação e transferência,

eliminando contaminações indesejadas que podem interferir ou estragar a cerveja. Outra função muito apreciada pelos cervejeiros e consumidores é de agir na extração dos compostos de amargor do lúpulo quando adicionados no início da fervura e os compostos aromáticos em adições tardias. Pode-se destacar também o fato de auxiliar na coagulação de proteínas e taninos que serão removidos posteriormente, na formação do sabor e também da cor da cerveja e a evaporação de compostos voláteis indesejáveis e concentração dos açúcares devido a evaporação da água (PRIEST; STEWART, 2006).

### **2.6.5 Fermentação**

O mecanismo da fermentação baseia-se na conversão de açúcares e proteínas para se produzir álcool, CO<sub>2</sub>, ésteres, além de outros compostos que conferem aroma e sabor à cerveja (PRIEST; STEWART, 2006).

Para melhor compreensão da fermentação, Priest e Stewart (2006) ressaltam que a levedura é um organismo vivo, de modo que precisa se adaptar ao meio. Muitas alterações ocorrem dentro da célula de levedura, novas células nascem, o oxigênio passa a ser consumido; ao passo que prevalece as condições anaeróbias no meio, os açúcares são metabolizados e transformados em CO<sub>2</sub> e etanol, após o esgotamento dos açúcares, o fermento começa a flocular.



Fonte: PRIEST; STEWART, 2006<sup>3</sup>  
**FIGURA 4** – Perfil de resposta da fermentação

Existem pequenas diferenças na bioquímica da levedura durante a fermentação de Ales e Lagers. A fermentação de Lagers utiliza levedura de baixa fermentação (*Saccharomyces uvarum*), que depende de temperaturas mais baixas, entre 7°C à 14°C, e pode levar de 8 a 20 dias para fermentar. Já as Ales utilizam levedura *Saccharomyces cerevisiae* de alta fermentação que permite temperaturas de 15°C à 20°C ou maior, e a fermentação ocorre em média em 3 dias, favorecendo um balanço diferente de vários compostos e fornecendo às ales sabores distintos se comparados às lagers (PRIEST; STEWART, 2006).

### 2.6.6 Maturação

Visando a qualidade final da cerveja, a maturação é um processo fundamental. Após a fermentação, a levedura é removida, porém a cerveja ainda não está pronta para beber, pois a fermentação primária produz sabores indesejáveis como o diacetil, sulfeto de hidrogênio e o acetaldeído, nesta etapa a cerveja é conhecida pelo termo

<sup>3</sup> PRIEST, Fergus G.; STEWART, Graham G. **Handbook of Brewing**. 2. ed. Boca Raton: Crc Press, 2006.

cerveja verde, que se refere ao aroma de maçã verde resultado de nível elevado de acetaldeído (PRIEST; STEWART,2006).

A maturação consiste no armazenamento a baixas temperaturas da cerveja recém fermentada, a fim de promover a estabilidade coloidal, sedimentação de fermento residual e outros componentes para se conseguir uma cerveja mais limpa (PRIEST; STEWART,2006). Tradicionalmente, envolve a segunda fermentação do extrato fermentável restante a uma taxa reduzida controlada por baixas temperaturas e uma baixa contagem de levedura na cerveja verde. Durante a fermentação secundária, a levedura remanescente se torna re-suspenso utilizando os carboidratos fermentáveis na cerveja (GOLDAMMER, 1999).

### **2.6.7 Carbonatação e engarrafamento**

Após passar por todos os processos, a cerveja chega na etapa de carbonatação, que consiste na formação de dióxido de carbono dentro da garrafa e conferir o sabor gaseificado da cerveja.

A temperatura e a pressão desempenham um papel importante na determinação da concentração de equilíbrio de dióxido de carbono em solução. Aumentando a pressão leva a um aumento linear na solubilidade do dióxido de carbono na cerveja, diminuindo a temperatura dá um aumento não linear da solubilidade do dióxido de carbono na cerveja. Por conseguinte, a concentração de equilíbrio não pode ser alcançada sem qualquer aumento da pressão ou de diminuição da temperatura. Assim, quanto mais próximo a temperatura de carbonatação é de 0°C, e a maior for a pressão, maior será a absorção de dióxido de carbono. Os níveis de dióxido de carbono na cerveja para lagers americanas exigem níveis de dióxido de carbono que variam de 2,5 a 2,8 volumes de dióxido de carbono, enquanto que lagers Continental exigem níveis de dióxido de carbono entre 2,4 e 2,5 (GOLDAMMER, 1999).

## 2.7 Caracterização da água

De acordo com cada etapa do processo da produção da cerveja é possível observar que há uma preocupação em manter a qualidade, prezando o sabor, cor, espuma e outras características. Um dos fatores que influencia diretamente nesses critérios é água.

O fornecimento de água potável com uma boa qualidade é uma característica importante para os dias atuais é fundamental para a indústria de alimentos e bebidas. A água é um dos mais importantes ingredientes da cerveja, portanto sua composição deve ser adequada, já que resíduos sólidos dissolvidos na água podem afetar significativamente a propriedade do produto final.

No processo cervejeiro é utilizado vários tipos de água, com tratamentos adequados para cada função desenvolvida, como por exemplo, temos:

- Água de fabricação – necessita de um bom tratamento já que esse tipo de água atua como ingrediente.
- Água de processo – é utilizada para lavar e esterilizar equipamentos, reatores, encanamentos, ou seja, toda superfície em que a cerveja entra em contato e também pode ser usada para a pasteurização e refrigeração. Deve ser potável.
- Água de uso geral – como o próprio nome diz, esse tipo de água é utilizado para tarefas cotidianas, geralmente utilizada nos escritórios.
- Água de serviço – utiliza-se em caldeiras, portanto devem ser totalmente desmineralizadas.

Em uma produção em escala industrial, o consumo de água é de, aproximadamente, 6 hl para cada hl de cerveja e é dividido nos quatro tipos de água definidos anteriormente. Na produção utiliza-se cerca 1,7 hl para a produção de mosto, 0,8 hl para a fermentação e maturação e 0,4 hl por filtração (PRIEST; STEWART, 2006).

A água utilizada nos equipamentos onde a cerveja possui contato, deve ser potável e livre de qualquer sabor (*off-flavor*), além disso, onde o produto irá ser esterilizado a água precisa estar livre de microrganismos. Na pasteurização, o teor mineral da água precisa estar reduzido e livre de microrganismos, para não ocorrer o crescimento de produtos indesejados. O controle de pH e tratamento anticorrosivo

também são essenciais. Água para alimentação da caldeira deve ser desmineralizada (PRIEST; STEWART,2006).

### **2.7.1 Constituição da água**

De acordo com Priest e Stewart (2006), a água potável é derivada de fontes de água doce e sua qualidade está relacionada com a geologia da área de captação.

A água derivada da chuva ou neve, infiltra-se no solo, incluindo em sua composição os sais inorgânicos, matéria orgânica, microrganismos e poluentes. A água que flui através de pedra calcária, rica em carbonato de cálcio, será rica em sólidos dissolvidos, alcalinidade e dureza total. Já a água que flui através de estruturas de pedra, como o granito, terá poucos sólidos dissolvidos, dureza e alcalinidade.

Uma das maneiras de caracterizar a água é descrever sua dureza. A dureza é determinada pelo teor de sais de cálcio e de magnésio, assim, a água pode ser descrita como dura ou mole, dependendo da sua fonte geológica. Outras fontes de água podem ser descritas como salobra (salgada) ou turfoso (húmico).

A água dura possui sais de cálcio e magnésio em solução, sob a forma de bicarbonatos, quando a água é extraída da pedra calcária ou sob a forma de sulfatos quando a água é extraída de arenito. São mais saborosas e boas para o consumo.

Por outro lado, a água mole é obtida através da superfície, onde flui pelos terrenos rochosos ou pode ser captada a partir de fontes subterrâneas, onde o aquífero é cascalho ou laterita. Possui baixo teor mineral como sais de sódio e potássio, como bicarbonatos, sulfatos, cloretos, fluoretos ou nitratos. O sabor é similar ao de sabão.

A água salobra contém elevado teor de cloreto de sódio e de potássio e é extraída próxima à costa do mar e possui sabor salgado.

E, as águas turfosas, são captadas em planícies pantanosas, em áreas de vales fluviais. São ricas em matéria orgânica, geralmente vegetal, e a água possui cor amarelada além de possuir um odor desagradável e um sabor amargo e fenólico.

### **2.7.1.1 Constituintes inorgânicos da água**

Componentes inorgânicos influenciam diretamente na qualidade da água, principalmente quando a mesma é utilizada como ingrediente, principalmente na indústria de alimentos e bebidas. No caso da cerveja, esses componentes afetam o processo de fermentação e impactam na produção de cerveja. Contudo, se a água fosse totalmente livre de constituintes inorgânicos, seu sabor seria desagradável e poderia ocasionar problemas de corrosão na produção. Os níveis aceitáveis podem ser descritos como constituintes majoritários, minoritários e vestigiais.

Os constituintes majoritários são os principais constituintes e são definidos em níveis acima de 10 mg/L (ppm) e pode ser de até níveis de várias centenas de miligramas por litro. Incluem cálcio, magnésio, sódio, sulfato, cloreto, bicarbonato, nitrato e sílica.

Já os constituintes minoritários são definidos como presentes na faixa de 0,01 a 10 mg/L (10 ppb a 10 ppm) e incluem potássio, ferro, manganês, cobre, alumínio, zinco, boro, carbonato e fluoreto.

E, por fim, os constituintes vestigiais estão presentes abaixo a 0,01 mg/L (10 ppb) e incluem cádmio, chumbo, mercúrio, terras raras e brometo (PRIEST; STEWART,2006).

### **2.7.1.2 Constituintes orgânicos da água**

Conforme Priest e Stewart (2006) explicam, com os métodos analíticos modernos, como a espectrometria de massa, é possível identificar os compostos orgânicos em concentrações muito baixas e também diferentes moléculas orgânicas. As normas visam a identificação de produtos químicos que são tóxicos ou tenham propriedades cancerígenas, como pesticidas, hidrocarbonetos, compostos halogenados, entre outros.



### 2.7.1.3 Constituintes microbiológicos da água

O principal interesse no controle microbiológico da água é a presença de organismos patogênicos. Existe um grande número de microrganismos contaminantes, porém apenas alguns são monitorados para indicar a qualidade da água, como por exemplo, *Escherichia coli* que indica a contaminação fecal, *Pseudomonas sp.*, bactérias termotolerantes e protozoários, tais como o *Cryptosporidium sp.* e *Giardia lamblia* (PRIEST; STEWART,2006).

### 2.7.2 A influência dos íons inorgânicos na qualidade da água

Antigamente, as cervejarias que possuíam sua própria água, como poços ou nascentes, tornaram-se uma região produtora de cerveja com características típicas devido a qualidade e composição da água.

A TABELA 1 mostra a composição química das águas em diversas cidades. Na cidade de Burton, na Inglaterra, a água possui uma elevada dureza, devido ao elevado teor de sulfato de cálcio e suas cervejas são famosas por serem amargas, fortes e claras, além disso a cidade possui um conhecido centro cervejeiro. Londres e Munique possuem uma água mais alcalina e devido a isso as cervejas fabricadas, respectivamente, são mais escuras e com um sabor mais suave e leve, como uma Mild ou Brown Ale, ou levemente lupuladas como uma Lager. Já em Pilsen, República Checa, possui uma água mole, com poucos minerais e sua cerveja é famosa por ser altamente lupulada, como por exemplo uma Pale Lager (PRIEST; STEWART,2006).

**TABELA 1** – Composição química (mg/L) de várias águas para cerveja

<i>Íons</i>	<i>Burton</i>	<i>Munique</i>	<i>Londres</i>	<i>Pilsen</i>
$Ca^{2+}$	268	80	90	7
$Mg^{2+}$	62	19	4	1
$Na^+$	30	1	24	3
$HCO_3^{2-}$	141	164	123	9
$SO_3^-$	638	5	58	6
$Cl^-$	36	1	18	5
$NO_3^-$	31	3	3	0

Fonte: PRIEST; STEWART, 2006<sup>4</sup>

Para a fabricação atual de cerveja, de acordo com os autores Priest e Stewart (2006), a tendência é que as cervejarias teriam que ser mais dependentes do abastecimento de água municipal, contudo, muitas delas querem expandir seus produtos e a água do município não pode ser apropriada para a fabricação de alguns tipos de cerveja.

### 2.7.2.1 Fontes de íons na cerveja

Devido a utilização favorável de alguns íons inorgânicos na cerveja, deve-se levar em conta os ingredientes para a fabricação, e não somente a água. Para isso, é necessário realizar um balanço de massa de todos os íons no processo cervejeiro e identificar todas as possíveis fontes.

Por exemplo, a TABELA 2 mostra a análise dos íons em um mosto puro utilizando água desmineralizada e na cerveja fermentada a partir deste mosto. Os dados mostram que o malte contribui significativamente com íons e durante a fermentação vários íons são transportados sem qualquer alteração na cerveja, por

<sup>4</sup> PRIEST, Fergus G.; STEWART, Graham G. **Handbook of Brewing**. 2. ed. Boca Raton: Crc Press, 2006.

exemplo, o cloro ( $\text{Cl}^-$ ), porém alguns íons serão absorvidos pelas leveduras (PRIEST; STEWART,2006).

**Tabela 2** – Quantidade de íons no mosto e na cerveja usando água desmineralizada

	Mosto (mg/L)	Cerveja (mg/L)
$\text{Na}^+$	10	12
$\text{K}^+$	380	355
$\text{Ca}^{2+}$	35	33
$\text{Mg}^{2+}$	70	65
$\text{Zn}^{2+}$	0,17	0
$\text{Cu}^{2+}$	0,15	0,12
$\text{Fe}^{3+}$	0,11	0,07
$\text{Cl}^-$	125	130
$\text{SO}_4^{2-}$	5	15
$\text{PO}_4^{3-}$	-	-
Free	550	389
Total	830	605

Fonte: PRIEST; STEWART,2006<sup>5</sup>

### 2.7.2.2 Os íons no mosto e na cerveja

Os íons presentes na água são sais dissociados e existem interações significativas entre todos os íons durante a fabricação de cerveja, de todas as fontes. Alguns estudos, distinguem os íons quimicamente inativos e os quimicamente reativos para indicar qual passará inalterado para a cerveja, podendo influenciar no sabor benéfica ou negativamente, já que não há interação particular entre os íons derivados de outras matérias-primas, como o malte. Contudo os íons reativos na água, como

<sup>5</sup> PRIEST, Fergus G.; STEWART, Graham G. **Handbook of Brewing**. 2. ed. Boca Raton: Crc Press, 2006.

cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) reagem com os componentes do malte, influenciando o pH (PRIEST; STEWART,2006).

Portanto, é mais apropriado dizer que as distinções entre os efeitos dos íons deveriam ser diretas e indiretas sobre a qualidade da cerveja, como a fonte de íons envolvidos (água, malte ou sais adicionados) são irrelevantes para as reações envolvidas (PRIEST; STEWART,2006). Alguns exemplos de íons inorgânicos que contribuem diretamente no sabor são: sódio ( $\text{Na}^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), hidrogênio ( $\text{H}^+$ ), ferro ( $\text{Fe}^{3+}$ ), cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) e sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).

Ter conhecimento desse conteúdo pode ser especialmente importante em projetos de desenvolvimento de produto e, especialmente, na análise sensorial, como mostra o próximo capítulo.

## 2.8 Qualidade sensorial da cerveja

A análise sensorial é a ciência que utiliza os sentidos humanos para avaliar as características e atributos de alimentos ou bebidas.

Para cerveja, assim como para todo produto alimentício, a análise sensorial é de extrema importância, pois se torna decisiva na liberação ou não do produto para o mercado. E ela é aplicável em todas as etapas do processo de fabricação.

A qualidade das matérias primas usadas para elaboração de uma cerveja são de extrema importância, pois a reação entre elas pode causar os chamados *off-flavors*, que significa defeitos sensorialmente perceptíveis, com isso se torna indispensável uma análise crítica no sensorial (BRÄU AKADEMIE, 2016).

### 2.8.1 Influências na análise sensorial

Para a realização da análise sensorial, é necessário utilizar dos cinco sentidos (visão, olfato, paladar, audição e o tato) para auxiliar na análise. Uma boa análise sensorial, segundo Russano,2016, é realizada com paciência, deve-se evitar que um

degustador influencie o outro, pois cada um tem necessidades e habilidades específicas.

Na língua existem as chamadas papilas gustativas que são uma pequena saliência formada na superfície da língua que recebe o paladar, com o auxílio delas é que se percebem os seguintes sabores: doce, salgado, azedo, amargo e gordura. O sistema olfativo já é mais complexo, pois se podem perceber milhares de aromas, o que transforma a degustação em ciência e sensibilidade individual. (OLIVEIRA, 2010)

Existem diferentes técnicas de degustação para líquidos, primeiramente é necessário sentir o odor, trazendo o copo próximo ao nariz, sem agitar, posteriormente cheirar a amostra com agitação. Com essas etapas, Oliveira (2010), explica que pode-se sentir os aromas mais voláteis presentes na cerveja com maior facilidade. O terceiro passo seria mover uma pequena quantidade do líquido na boca, garantindo que ele alcance todas as partes internas da boca, o que facilita a identificação e caracterização da amostra, realizando as etapas anteriores, pode-se ingerir o produto, espera-se de 5 a 10 segundos, para se avaliar a intensidade das características sentidas, após 30 segundos aproximadamente, avalia-se a “intensidade residual” que seria o sabor residual da cerveja na boca.

Através da análise de inspeção visual é possível se avaliar a opacidade do produto, se existem sedimentos, ou sólidos em suspensão, formação e coloração da espuma.

Para a análise de cor da cerveja existem duas escalas principais, SRM (Standard Reference Method) utilizado nos Estados Unidos ou EBC (European Brewery Convention) utilizada na Europa. A coloração final da cerveja se dá pela coloração inicial do malte (HOUSTON, 2013).

## **2.8.2 Principais matérias primas e sua influência no perfil sensorial**

A qualidade das matérias primas utilizadas para a produção da cerveja é de grande importância, pois se utiliza como técnica para controle de qualidade das mesmas. Através desta avaliação é possível identificar possíveis desvios no padrão de qualidade dos insumos, classificando-os como não conforme, atuando

preventivamente, ou seja, antes delas serem utilizadas na produção da cerveja e percebidas no produto final, gerando um alto custo de não qualidade.

As principais matérias primas utilizadas na produção de cerveja são o malte, lúpulo e o fermento. Segue abaixo, conforme FIGURA 5, algumas características sensoriais dos mesmos.



Fonte: BRÄU AKADEMIE, 2016<sup>6</sup>

**FIGURA 5** – Principais características sensoriais causadas pelas matérias primas da produção de cerveja

Outra matéria prima, e no presente trabalho de grande importância para o perfil sensorial, é a caracterização da água e sua influência na cerveja. Na TABELA 3, segue abertura por íons e sua percepção sensorial.

<sup>6</sup> BRÄU AKADEMIE. **Curso básico OFF-FLAVOURS**. Disponível em: <<http://www.brauakademie.com.br/assets/off-flavours-b%C3%A1sico.pdf>>. Acesso em: 15 Out. 2016

**TABELA 3** – Íons da água e influência sensorial para a cerveja

Íon	Símbolo	Concentração ideal	Concentração alterada	Percepção Sensorial (Sabor)
Sódio	Na <sup>+</sup>	10 a 70 mg/L	150 a 200 mg/L > 200 mg/L	Realça corpo maltado; Salgado;
Potássio	K <sup>+</sup>	300 a 500 mg/L	> 500 mg/L	Salgado;
Magnésio	Mg <sup>2+</sup>	10 a 30 mg/L	> 70 mg/L	Amargo e azedo;
Cálcio	Ca <sup>2+</sup>	50 a 150 mg/L	< 50 mg/L	Azedo;
Hidrogênio	H <sup>+</sup>	pH 6.5 a 7.0 (depende da cerveja produzida)	pH < 4 pH ≤ 3.7 pH > 4 pH ≥ 4.4	Ácido, com tendência para o amargor; Metálico; Torrado; Sabão (básico);
Ferro	Fe <sup>3+</sup>	< 0,05	≥ 0,05 mg/L	Metálico e adstringente;
Cloreto	Cl <sup>-</sup>	0 a 250 mg/L	> 250 mg/L	Salgado;
Sulfato	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	50 a 150 mg/L – cervejas amargas 150 a 350 mg/L – cervejas muito amargas	> 400 mg/L	Acentua amargor do lúpulo, adstringente e sulfuroso.

Fonte: os autores

Com a TABELA 3, observam-se os íons mais influentes na percepção sensorial da água, estabelecendo um padrão de concentração para um produto de maior qualidade. Além disso, pode-se observar que qualquer variação na concentração desses íons altera significativamente o perfil sensorial.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho tem como finalidade analisar a interferência da água no sabor da cerveja. Para isso foram produzidas duas receitas de cerveja estilo *Witbier*, que são feitas com trigo, coentro e cascas de laranja, tornando-a um estilo muito leve e refrescante, utilizando dois tipos de água, sendo uma com água mineral e outra com água deionizada.

A água deionizada passa por um tratamento chamado osmose reversa, onde a mesma atravessa uma membrana, onde ficam retidos os íons, moléculas e microrganismos. Em oposição, a água mineral é rica em íons, e de acordo com os estudos realizados, são estes íons que podem influenciar no sabor final da cerveja.

Após a carbonatação, ambas as cervejas foram degustadas por um número de pessoas na Universidade São Francisco (Campus Swift), onde responderam um questionário sensorial.

#### 3.1 Materiais

Para a produção artesanal de uma cerveja *Witbier*, foi adquirido um kit de equipamentos cervejeiro em uma loja especializada, composto por panela cervejeira, saco para grãos e lúpulo, trocador de calor tipo serpentina, balde fermentador com válvula *airlock*, densímetro, arrolhador e outros materiais complementares, além de uma adega refrigerada para controlar o processo de fermentação e maturação.

Além desses equipamentos, também foi adquirido um kit de insumos para fabricação de *Witbier*, composto de malte moído, lúpulo, tampinhas para o engarrafamento, *priming* e o fermento, adquiridos em uma loja especializada em produtos para cerveja artesanal, para produzir dois lotes de cerveja. Com o intuito de manter um padrão, utilizou-se a mesma receita, processo de fabricação, kit de insumos, porém variou-se apenas a água utilizada, ou seja, em uma produção foi utilizada água mineral Lindoya e na outra água desmineralizada obtida por um filtro de osmose reversa na Universidade São Francisco.



### **3.2 Preferência da água**

De acordo com as literaturas estudadas, foi possível observar que a água que sofre um tratamento de remoção de moléculas e partículas altera significativamente a qualidade e o sabor da cerveja. Devido a isso, a escolha da água para a preparação das cervejas foi baseada nessa teoria, onde foi feita uma receita com água mineral, rica em íons, e outra receita com água deionizada.

### **3.3 Produção da Cerveja**

Para a produção de ambas as receitas, foi utilizado o mesmo kit de insumos e os mesmos materiais. Realizando o mesmo processo de fabricação, de acordo com o tempo de cada etapa, e ambas foram produzidas no mesmo período, desde a produção até o engarrafamento.

Durante a produção utilizou-se densímetro com escala de 1,000 à 1,100 e proveta de 100 mL para medição da densidade e cálculo do teor alcoólico e fitas indicadoras de pH de 0-14 para controle da água e do mosto.

### **3.4 Pesquisa do perfil de consumidores**

Para ilustrar o trabalho, foi criado um formulário online, no qual as pessoas respondiam uma série de perguntas relacionadas a tipos de cervejas, aumentando a percepção sobre o que as pessoas preferem hoje em dia, se houve mudança no paladar das mesmas e também auxiliou na escolha do tipo de cerveja que seria produzida.

### **3.5 Análise Sensorial**

A análise sensorial foi realizada por meio de escalas de aceitação para os dois tipos de cerveja produzidas.

Para o painel sensorial foram escolhidos aleatoriamente 30 degustadores. As amostras foram enumeradas de forma que o degustador diferenciasse as mesmas.

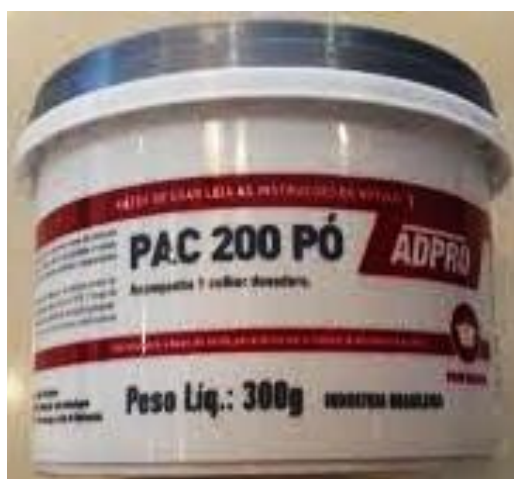
Entre as duas cervejas, foi utilizado como técnica de degustação um kit contendo água mineral e bolacha do tipo neutra para limpar o paladar, com o objetivo de auxiliar na diferenciação e degustação do painel cervejeiro apresentado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Etapas da Produção da *Witbier*

O processo de produção demandou tempo e atenção durante cada etapa. Com o propósito de se obter um melhor planejamento e aproveitamento do tempo, a primeira etapa estabelecida foi a desinfecção dos equipamentos e materiais que ficaram em contato com a cerveja após a fervura.

O sanitizante utilizado foi o PAC 200 (FIGURA 6), um bactericida para eliminar *Staphylococcus aureus*, *Salmonella choleraesuis*, *Escherichia coli*, virucida, fungicida, esporicida, escolhido devido a possibilidade de entrar em contato com alimento e não deixar resíduo, pois o produto se dissocia em ácido acético (vinagre), oxigênio e água.



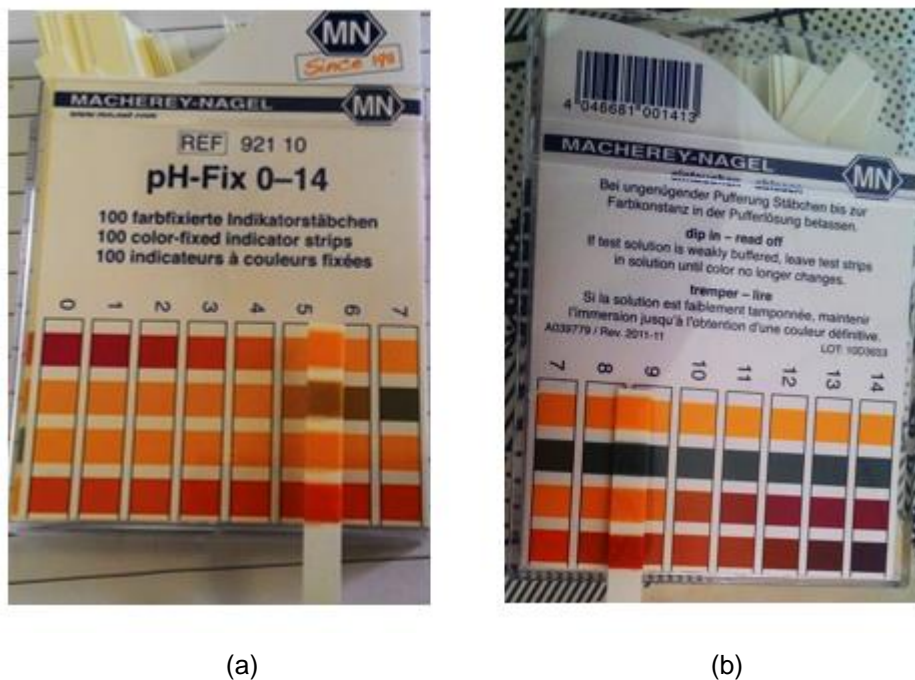
Fonte: os autores

**FIGURA 6** – Sanitizante PAC 200

A quantidade utilizada de sanitizante foi de 10g para cada litro de água, conforme instruções do fornecedor. Para a sanitização de todos os equipamentos, foram preparados 50L de solução e os equipamentos e materiais ficaram submergidos na solução sanitizante por aproximadamente 2 horas.

Para iniciar a produção das cervejas, foram comprados 10 litros de água mineral e coletados 10 litros de água desmineralizada do laboratório de Engenharia Ambiental da Universidade São Francisco.

Antes de iniciar a produção, foi medido o pH das águas utilizadas na produção, conforme FIGURA 7, para se obter um comparativo com o pH após a adição do malte.



(a)

(b)

Fonte: os autores

**FIGURA 7** – Diferença de pH entre as águas (a) pH da água mineral (b) pH da água desmineralizada

Não foi possível medir o pH com precisão devido ao alto custo das fitas medidoras de pH com escalas de 0,2, entretanto com as fitas de escala de 0-14, foi possível verificar um valor aproximado de pH, sendo um pH entre 5 e 6 para a água mineral e entre 8 e 9 para a água desmineralizada.

Utilizando panela cervejeira com válvula extratora e um termômetro, foram aquecidos 6 litros de água até a temperatura de 75°C, com o objetivo de proceder com a adição do malte e garantir que a temperatura após a mistura fique aproximadamente 68°C.



Fonte: os autores

**FIGURA 8** – Aquecimento da água para mosturação

A produção foi realizada no estilo *Brew in a Bag*, que significa produzir dentro de um saco, permitindo a utilização de apenas uma panela para todo o processo. Então com o auxílio de um saco atóxico em polipropileno foram adicionados 0,9 kg de malte Pilsen e 0,3 kg de malte de trigo moídos à água previamente aquecida, efetuando agitação leve com o auxílio de uma pá cervejeira.



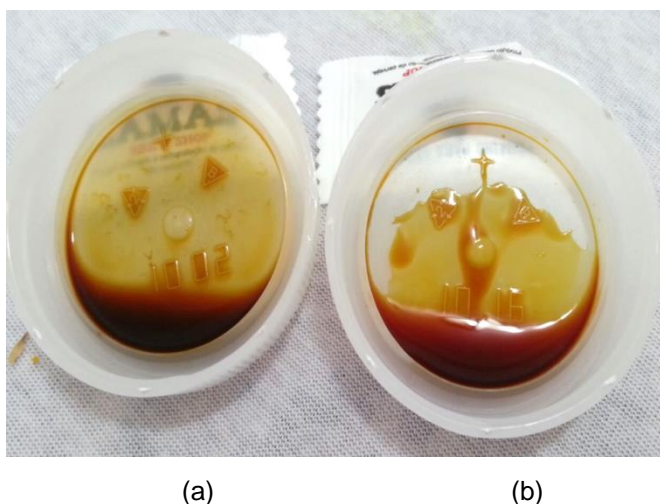
Fonte: os autores

**FIGURA 9** – Início da mosturação

A temperatura foi ajustada durante a mosturação em  $68^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  a fim de se trabalhar na faixa média de ativação das enzimas alfa e beta amilase. O ajuste da

temperatura do processo foi realizado controlando-se a chama do fogão, de maneira que, quando a temperatura do mosto atingia 66°C acendia-se o fogo e quando a temperatura atingia 70°C o fogo era desligado.

Durante toda etapa, a mistura foi agitada levemente, então, decorrida 1 hora, partiu-se para determinar o fim da mosturação, que consiste saber se todo o amido presente nos grãos foi convertido em açúcares. Foi necessário realizar testes utilizando iodo para identificar a presença do amido na amostra, que consistiu na utilização uma superfície, onde foram adicionadas 2 gotas de iodo como padrão e outras 2 gotas de iodo que foram misturados ao mosto. A coloração próxima à cor do iodo indicou que não havia mais amido no mosto (FIGURA 10), permitindo o início da etapa de clarificação do mosto.



Fonte: os autores

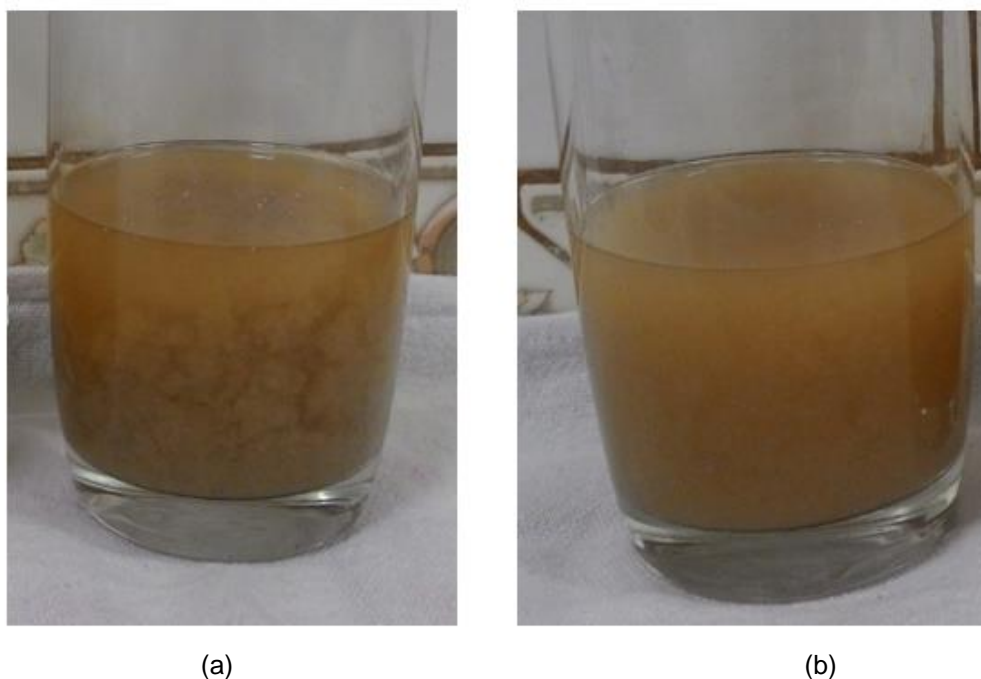
**FIGURA 10** – Teste de iodo. (a) amostra (b) iodo

Após se obter um mosto doce, a clarificação fundamentou-se na utilização do próprio grão para filtrar o mosto a fim de obter uma amostra mais cristalina. A chama da panela foi apagada e a válvula extratora foi aberta e com o auxílio de uma jarra e uma escumadeira, conforme FIGURA 11, procedeu-se cuidadosamente a recirculação do mosto para não abrir lacunas entre as cascas durante 15 minutos.



Fonte: COMO FAZER CERVEJA, 2016<sup>7</sup>  
**FIGURA 11** – Clarificação do mosto

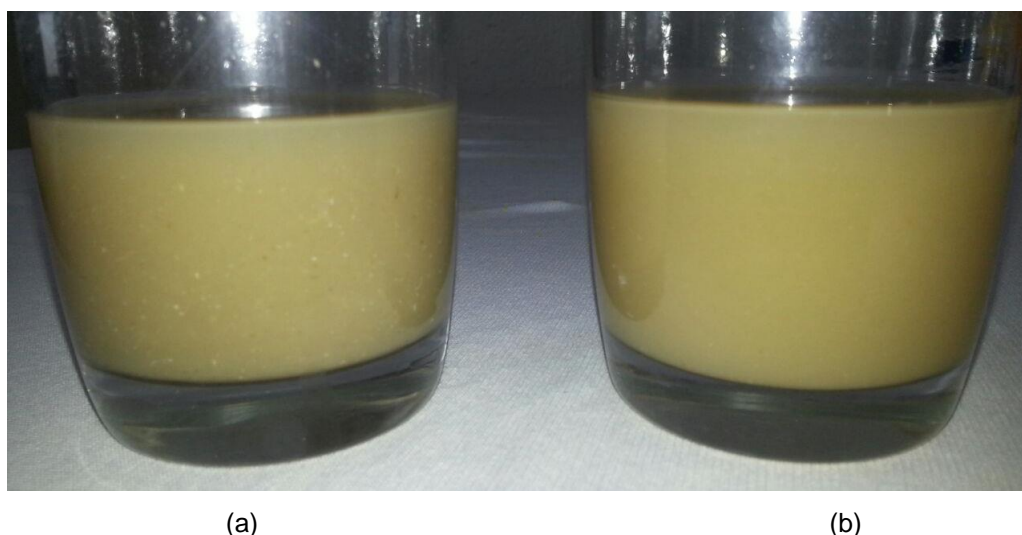
Retirou-se uma amostra antes do procedimento para melhor avaliação do tempo de recirculação, e procedeu-se até se obter um mosto com menos material suspenso e mais transparente (FIGURA 12 e FIGURA 13).



Fonte: os autores  
**FIGURA 12** – Clarificação do mosto produzido com água desmineralizada (a) início da clarificação (b) final da clarificação

<sup>7</sup> COMO FAZER CERVEJA. **Como fazer 25 litros de cerveja ALE (alta fermentação)**. Disponível em: <[http://www.comofazercerveja.com.br/conteudo/view?ID\\_CONTEUDO=11](http://www.comofazercerveja.com.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=11)>. Acesso em: 2 Nov. 2016





Fonte: os autores

**FIGURA 13** – Clarificação do mosto produzido com água mineral (a) início da clarificação (b) final da clarificação

Finalizou-se a etapa de clarificação, retirando-se o saco contendo os grãos de dentro da panela, mantendo-se apenas o mosto para iniciar o processo de fervura.

A chama foi acesa novamente e a aquecimento do mosto foi realizado com a panela destampada para que compostos voláteis indesejáveis fossem evaporados, quando se atingiu a fervura, foram adicionados 2g de lúpulo Galena e iniciou-se a contagem do tempo da fervura programada para 1 hora.

Decorridos 45 minutos de fervura, foram adicionados 2g de sementes de coentro e 5g de casca de laranja Bahia ralada, ambos previamente pesados com o auxílio de uma balança alimentícia doméstica. Após 15 minutos da adição dos temperos, a chama foi apagada e a fervura cessada, completando assim 1 hora de processo.

Finalizada a última etapa quente do processo, foi realizado um redemoinho com o auxílio de uma pá cervejeira para acelerar a decantação das partículas suspensas e prosseguir com o resfriamento.

O mosto foi resfriado por aproximadamente 15 minutos, de acordo com FIGURA 14 utilizando-se um trocador de calor tipo serpentina e água em temperatura ambiente para baixar a temperatura do mosto para 30°C.





Fonte: os autores

**FIGURA 14** – Resfriamento do mosto com auxílio de um trocador de calor tipo serpentina

Mediu-se a densidade utilizando-se uma proveta 100 mL e um densímetro com escala de 1.000 a 2.000. A leitura da densidade para a cerveja produzida com água mineral foi de 1.095 e para a cerveja produzida com água desmineralizada de 1.091.

Após atingir a temperatura de 30°C, a válvula da panela foi aberta e o mosto foi transferido por gravidade para o balde fermentador para promover a oxigenação do mosto que foi perdido durante a fervura. Após a transferência, foi adicionado ao balde 5g da levedura liofilizada *Saccharomyces cerevisiae* T-58 previamente inoculada em um erlenmeyer de 250 mL contendo 100 mL de água à 25°C (FIGURA 15).



Fonte: os autores

**FIGURA 15** – Hidratação da levedura

Finalizada a inoculação da levedura no mosto, o balde foi lacrado e acondicionado na adega na temperatura de  $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  para fermentação da cerveja. A densidade foi medida no terceiro, quinto e sétimo dia de fermentação para a verificação da atividade da levedura, como mostra a TABELA 4.

**TABELA 4** – Verificação da atividade da levedura através da densidade do mosto

<i>Dia</i>	<i>Água mineral</i>	<i>Água desmineralizada</i>
3 <sup>o</sup>	1.055	1.045
5 <sup>o</sup>	1.051	1.043
7 <sup>o</sup>	1.051	1,043

Fonte: os autores

Completados os 7 dias de fermentação sugeridos na receita, a temperatura da adega foi ajustada para  $10^{\circ}\text{C}$  e mantida por 5 dias para a etapa de maturação da cerveja.

Ao completar 5 dias maturando, iniciou-se o processo de sanitização das garrafas e tampinhas que foram utilizadas para engarrafar a cerveja, e trituração das balas de açúcar adquiridas com o kit de fabricação.

O balde foi retirado da adega, e com o auxílio da torneira do próprio balde, a cerveja foi transferida para a garrafa e a bala de açúcar foi adicionada, sendo a adição de 1 bala (3g) de açúcar para garrafas de 300 mL e 2 balas (6g) de açúcar para garrafas de 600 mL, após a transferência a garrafa foi lacrada utilizando-se um arrolhador e tampinha. As garrafas foram acondicionadas em temperatura ambiente por 6 dias para carbonatação da cerveja dentro da garrafa, finalizando assim o processo de produção da cerveja.

Para prever o teor de álcool das cervejas produzidas, utilizou-se a EQUAÇÃO 1, por convenção mais utilizada, que aplica a diferenças entre as densidades e multiplica-se pelo fator de correção 131 que corrige a relação da diferença de densidade com o teor de álcool gerado na fermentação

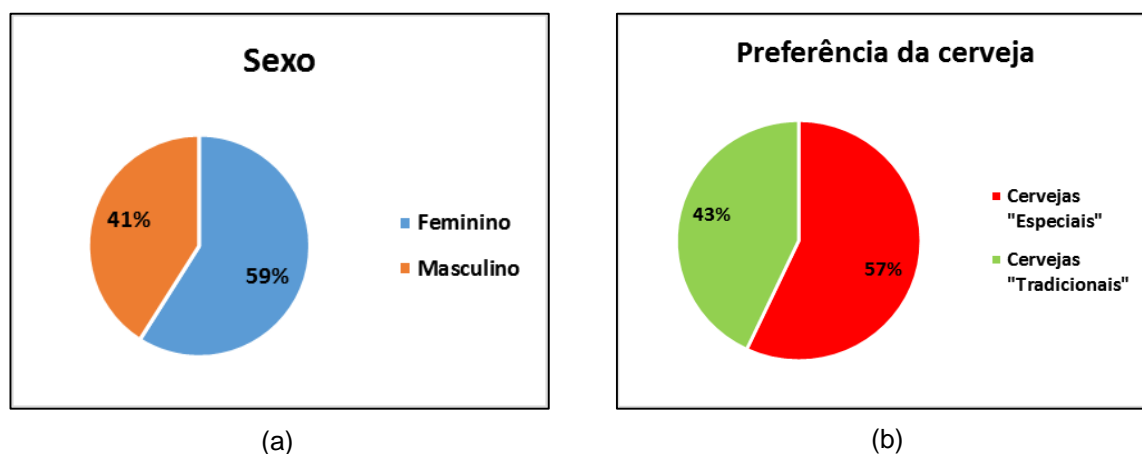
$$\text{Teor de álcool} = (\text{densidade inicial} - \text{densidade final}) * 131 \quad [1]$$

Aplicando a equação, obteve-se para a cerveja produzida com água mineral um teor alcoólico de 5,8 % e para a cerveja produzida com água desmineralizada um teor alcoólico de 6,3 %.

## 4.2 Avaliações do perfil de consumidores

Aplicamos um questionário on-line com o objetivo de avaliar o perfil dos consumidores, a fim de se compreender o quanto se conhece sobre a influência da água na qualidade e perfil sensorial da cerveja.

Com a pesquisa aplicada, foi possível coletar 298 respostas, o que possibilitou estratificar os perfis conforme FIGURA 16.

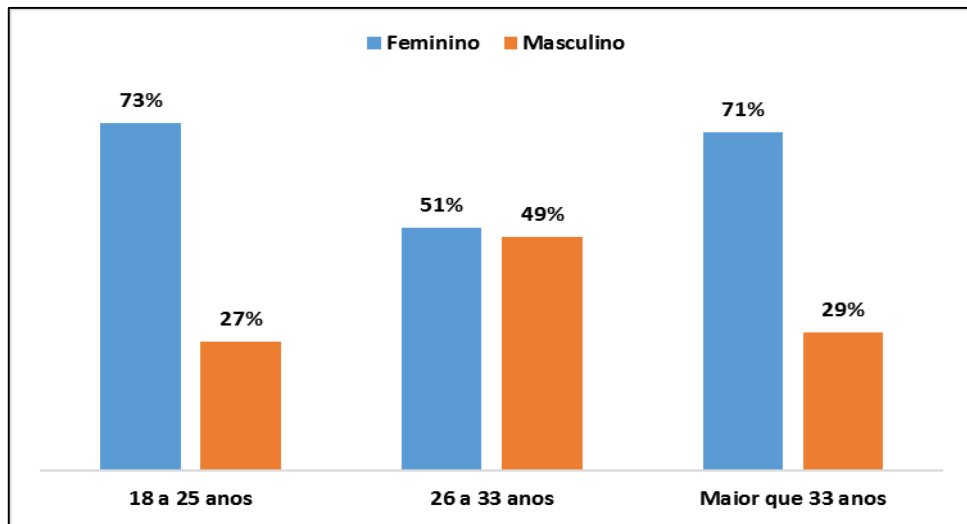


Fonte: os autores

**FIGURA 16** – Resultados da pesquisa online (a) por sexo (b) por classificação cerveja

O perfil avaliado correspondeu a 59% feminino e 41% masculino, demonstrando que o interesse em responder a pesquisa foi maior entre as mulheres do que dos homens, demonstrando o aumento do interesse sobre o assunto entre elas e comprovando alguns indicativos de mercado que apontam o crescimento do consumo ou produção de cerveja por mulheres.

De acordo com a FIGURA 16 (b) observa-se a preferência pelas "Cervejas Especiais". Afim de identificar o perfil dos consumidores da cerveja escolhida, estratificamos por idade e por sexo obtendo o seguinte resultado (FIGURA 17).

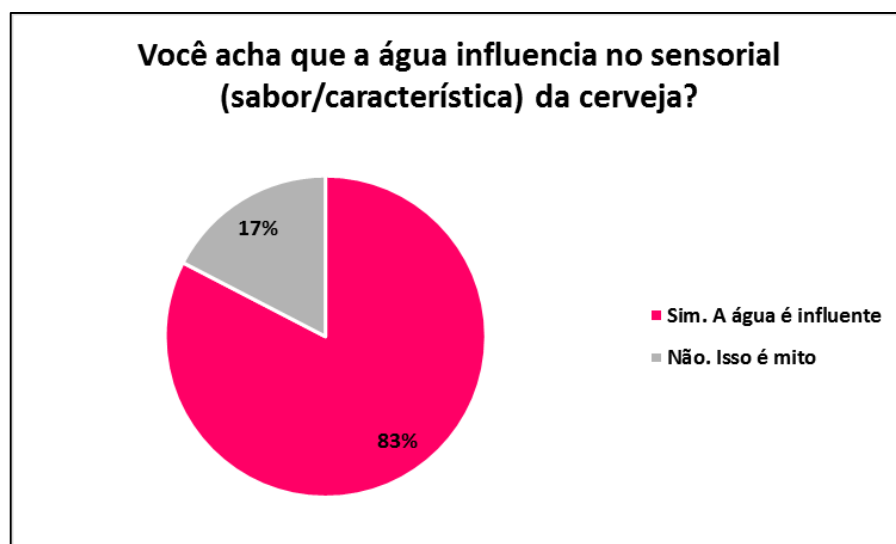


Fonte: os autores

**FIGURA 17** – Estratificação por idade e sexo dos consumidores que responderam “Cervejas Especiais” no questionário

Pode-se concluir que o maior público consumidor de cervejas especiais que se atingiu com o questionário está entre 18 a 25 anos e são do sexo feminino. O que explica também o aumento do consumo de cerveja entre as mulheres, principalmente para as cervejas rotuladas como especiais.

Outra pergunta que se abordava no questionário on-line, era “Você acha que a água influencia no sensorial (sabor/característica) da cerveja?”, como ilustra a FIGURA 18.



Fonte: os autores

**FIGURA 18** – Resultado da pesquisa: Água é influente ou não no sensorial

Com a estratificação das respostas, mostra que 83 % das pessoas acham que “Sim, a água é influente” no sensorial.

### 4.3 Resultados para análise sensorial

Para cada degustador serviu-se 50 mL de cada cerveja, sendo dois copos identificados com a numeração 1 e 2, onde a numeração seguiu o padrão de 1 para a cerveja produzida com água mineral e 2 para a cerveja produzida com água deionizada, na temperatura de aproximadamente 5°C, em copos descartáveis, como ilustra a FIGURA 19. Os degustadores desconheciam o padrão utilizado para a numeração.



Fonte: os autores

**FIGURA 19** – Análise sensorial

Para se realizar a avaliação sensorial das cervejas produzidas, foi utilizado uma ficha de aceitação sensorial, onde cada degustador atribuiu a nota que julgou válida através de sua avaliação para cada amostra (FIGURA 20).

Nome: \_\_\_\_\_

Você está recebendo duas amostras de cerveja. Prove da esquerda para direita, e em seguida, utilizando a escala abaixo, avalie o quanto você gostou ou desgostou das mesmas.

5	Gostei muito
4	Gostei regularmente
3	Não gostei nem desgostei
2	Desgostei regularmente
1	Desgostei muito

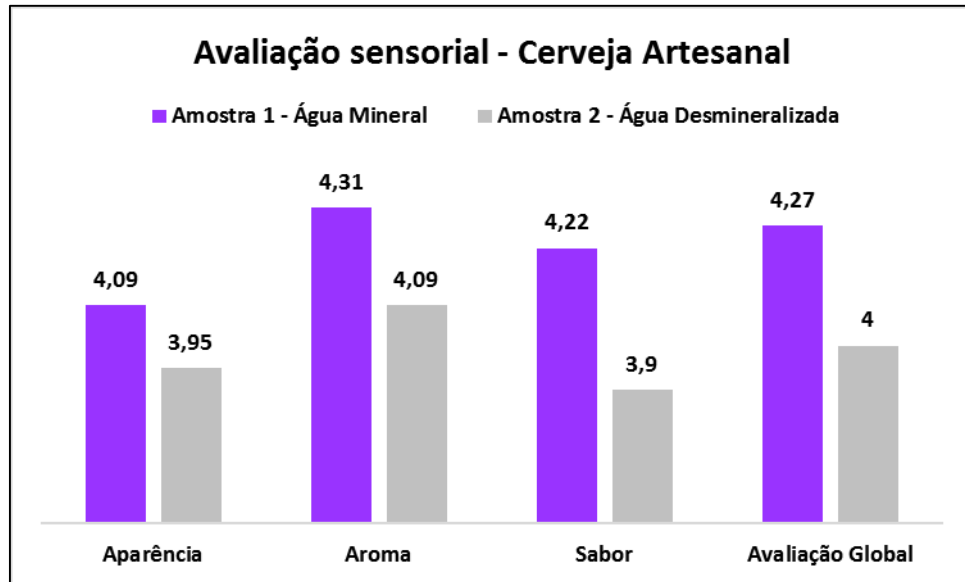
Descrição	Nota	Comentário geral
Amostra		
Aparência		
Aroma		
Sabor		
Avaliação global		

Fonte: os autores

**FIGURA 20** – Ficha de aceitação sensorial

Os dados obtidos através do painel sensorial foram analisados de forma estatística para verificar o efeito de aceitação para cada tipo de água na produção da cerveja e a influência da água na parte sensorial.

Na FIGURA 21 segue a abertura com a nota média para as descrições de cada tipo de cerveja, onde 5 é gostei muito, 4 é gostei regularmente, 3 é nem gostei nem desgostei, 2 é desgostei regularmente e 1 é desgostei muito.



Fonte: os autores

**FIGURA 21** – Resultado da avaliação sensorial

De acordo com os resultados obtidos (FIGURA 21), a maior aceitação dos participantes foi da amostra um, apresentando uma aparência mais convidativa, aroma suave e sabores que agradaram ao perfil dos degustadores, em contrapartida, a amostra dois agradou ao perfil dos quais preferem uma cerveja mais alcoólica e lupulada, caracterizando um grupo heterogêneo dos degustadores que avaliaram. Comprovando que a análise sensorial é de extrema importância para assegurar a qualidade e aceitação da cerveja, pois cada indivíduo tem suas próprias preferências.

## CONCLUSÃO

Produzir cerveja de maneira artesanal trouxe vários desafios, dentre eles o financeiro, devido ao alto custo dos equipamentos necessários e o processo de produção que envolve o risco de contaminação da cerveja, o que impossibilitaria atingir o objetivo deste trabalho. Entretanto, a proposta de produzir duas cervejas utilizando águas distintas foi realizada com sucesso, permitindo prosseguir com o planejamento e aplicação da análise sensorial das cervejas produzidas.

Os resultados obtidos pela análise sensorial demonstrou que houve pouca diferença entre todos os itens avaliados, ou seja, aparência, aroma e sabor, não demonstrando a influência dos íons e a falta dos mesmos em ambas as cervejas. Tal resultado não comprovou o que era esperado, ou seja, a cerveja produzida com água deionizada não forneceria os íons necessários para ativação das reações químicas e enzimáticas características para se produzir cerveja. Foi iniciado um processo investigativo e de acordo com relatos de alguns funcionários que trabalham nos laboratórios da Universidade São Francisco (Campus Swift) afirmaram que o sistema de tratamento de água não recebia manutenção e troca de filtros há pelo menos dois anos, além também do tempo de armazenamento da água no barrilete que não era controlada, impedindo a definição do tempo de estocagem. Dessa forma, a água que hipoteticamente era para estar totalmente livre de íons e qualquer outra partícula e molécula, na verdade era uma água desconhecida e que provavelmente possuía microrganismos oriundos do tempo de armazenamento descontrolado juntamente com a ausência de cloro na água (agente bactericida) que é removido pelo filtro sistema de filtração de osmose reversa.

A relação entre a água com características desconhecidas e a presença de microrganismos presentes na água possibilitaram a produção de uma cerveja muito similar à cerveja produzida com a água mineral, justificando assim o resultado da avaliação sensorial. Além disso, é importante salientar que o processo industrial é muito mais avançado tecnologicamente, bem como no controle de parâmetros essenciais para a qualidade do produto final do que o processo caseiro, que oferece



diversas limitações que influenciam nas características além de possíveis contaminações.

Embora a proposta do trabalho de confrontar a qualidade das duas cervejas e avaliar a participação dos íons na qualidade sensorial da cerveja tenha sido inconclusiva devido à falta da análise da água desmineralizada, podemos dizer que o malte e o fermento também podem interferir no sensorial, podendo mascarar o sabor da cerveja feita com a água desmineralizada, fazendo com que ambas as cervejas sejam bem similares. Além disso, entende-se que a proposta foi válida por nos agregar conhecimento e também nos desafiar para descobrir as possíveis causas do resultado final.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUARONE, E.;BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A. **Biotecnologia Industrial**. São Paulo, Edgard Blücher Ltda, vol.4, 2001.

BAMFORTH, Charles. **Beer: Tap into the Art and Science of Brewing**. 2. ed. Oxford: Oxford Up, 2009.

BARTH, Roger. **The chemistry of beer : the science in the suds**. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2013

BECK, MARCIO.; O GLOBO. **Lei brasileira permite mais de 80 tipos de substâncias químicas na cerveja**. Disponível em <<http://blogs.oglobo.globo.com/dois-dedos-de-colarinho/post/lei-brasileira-permite-mais-de-80-tipos-de-substancias-quimicas-na-cerveja.html>> Acesso em: 10 Nov. 2016

BEER LIFE. **História da cerveja**. Disponível em: <[http://www.beerlife.com.br/portal/default.asp?id\\_texto=14](http://www.beerlife.com.br/portal/default.asp?id_texto=14)>. Acesso em 7 Nov. 2016

BOULTON, Chris. **Encyclopedia of brewing**. Southern Gate: John Wiley & Sons, 2013

BRASIL. Decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009. **Regulamenta a lei nº. 8.918, de 4 de junho de 1994, que dispõe a padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas** Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br /legislacao /231844/decreto-6871-09>>. Acesso em: 15 Out. 2016

BRÄU AKADEMIE. **Curso básico OFF-FLAVOURS**. Disponível em: <<http://www.brauakademie.com.br/assets/off-flavours-b%C3%A1sico.pdf>>. Acesso

em: 15 Out. 2016

COMO FAZER CERVEJA. **Como fazer 25 litros de cerveja ALE (alta fermentação)**. Disponível em:

<[http://www.comofazercerveja.com.br/conteudo/view?ID\\_CONTEUDO=11](http://www.comofazercerveja.com.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=11)>. Acesso em: 2 Nov. 2016

G1. **Cervejas artesanais estão cada vez mais presentes no mercado brasileiro.**

Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/negocios/noticia/2013/11/cervejas-artesanais-estao-cada-vez-mais-presentes-no-mercado-brasileiro.html>>. Acesso em: 7 Nov. 2016

GOLDAMMER, Ted. **The brewers' handbook**. Clifton, Va: KVP Publishers, 1999

HUGHES, Greg. **Cerveja feita em casa**. São Paulo: Publifolha, 2014.

HOUSTON, James. **Home brewing: a complete guide on how to brew beer**. United States: Pylon Publishing, 2013

KAMINSKI, Colin; PALMER, John. **Water: A Comprehensive Guide for Brewers**. Brewers Publications, 2013

OLIVEIRA, Ana. **ANÁLISE SENSORIAL DOS ALIMENTOS**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2010

PALMER, J. J. **How to brew: Everything you need to know to brew beer right the first time**. Boulder, CO: Brewers Publications, 2006

PRIEST, Fergus G.; STEWART, Graham G. **Handbook of Brewing**. 2. ed. Boca Raton: Crc Press, 2006.

RUSSONO, Gisele. **Análise Sensorial: Decifrando a sua cerveja**. Disponível em:

<[http://www.clubeer.com.br/blog/post/443-analise\\_sensorial\\_decifrando\\_a\\_sua\\_cerveja](http://www.clubeer.com.br/blog/post/443-analise_sensorial_decifrando_a_sua_cerveja)>. Acesso em: 15 Out. 2016

SEBRAE. **CERVEJAS ARTESANAIS: UM MERCADO PARA FICAR DE OLHO**.

Disponível em: <<http://startupsebraeminas.com.br/cervejas-artesanais-um-mercado-para-ficar-de-olho/>>. Acesso em: 7 Nov. 2016

SERVIÇO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO UNAÍ-MG. **Curiosidade sobre a água.**

Disponível em:

<<http://www.saaeunai.mg.gov.br/portal/wp-content/uploads/2012/03/CURIOSIDADE-SOBRE-A-AGUA.pdf>> Acesso em: 15 Nov. 2016

SOUZA, Deise Ferreira de. O CANECO. **Água Cervejeira: Propriedades da água.**

Disponível em: <<http://www.ocaneco.com.br/agua-ervejeira-analise/>>. Acesso em: 15 Nov. 2016

WHISTLER, Randy. **Um guia prático para clarificação**, 1998. Disponível em:

<<http://byo.com/stories/issue/item/81-a-practical-guide-to-lautering>>. Acesso em: 15 nov 2016