



**MARINA DE PAULA CASTRO**

**APERFEIÇOAMENTO DO SISTEMA DE PASTEURIZAÇÃO  
DE CERVEJAS ARTESANAIS NA MICROCERVEJARIA  
NAIPE BREW EM CAMPO BELO - MG**

**LAVRAS – MG**

**2021**

**MARINA DE PAULA CASTRO**

**APERFEIÇOAMENTO DO SISTEMA DE PASTEURIZAÇÃO DE CERVEJAS  
ARTESANAIS NA MICROCERVEJARIA NAIPE BREW EM CAMPO BELO – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia de  
Alimentos, para a obtenção do título de  
Bacharel.

Prof. Alexandre de Paula Peres

Orientador

**LAVRAS – MG**

**2021**

**MARINA DE PAULA CASTRO**

**APERFEIÇOAMENTO DO SISTEMA DE PASTEURIZAÇÃO DE CERVEJAS  
ARTESANAIS NA MICROCERVEJARIA NAIPE BREW EM CAMPO BELO – MG**

**CRAFT BEER PASTEURIZATION SYSTEM IMPROVEMENT AT  
MICROBREWERY NAIPE BREW IN CAMPO BELO - MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia de  
Alimentos, para a obtenção do título de  
Bacharel.

APROVADO EM 18 de NOVEMBRO de 2021.

Prof. Alexandre de Paula Peres UFLA

Prof. Alcineia de Lemos Souza Ramos UFLA

M.e. Felipe Furtini Haddad UFLA

Prof. Alexandre de Paula Peres

Orientador

**LAVRAS – MG**

**2021**

## RESUMO

A pasteurização é um processo térmico que tem por objetivo eliminar ou diminuir a níveis seguros a carga microbiológica dos alimentos. Este processo é aplicado na produção de cerveja e controlado por meio da medição das Unidades de Pasteurização (UP) do produto. Caso seja mal executado, o produto final poderá conter microrganismos indesejáveis, diminuindo a vida de prateleira do produto. Portanto, o objetivo do presente trabalho é apresentar como foi realizada a melhoria no processo de pasteurização, no qual foi um dos objetos de trabalho do estágio realizado na microcervejaria Naípe Brew, além de abordar temas sobre a história da cerveja, algumas classificações utilizadas, tipos de cerveja, escolas cervejeiras e também apresentar o processo de produção da microcervejaria. Como resultado do aperfeiçoamento realizado, foi possível padronizar as unidades de pasteurização para cada tipo de cerveja produzida na microcervejaria. A American Lager e Irish Red Ale foram padronizadas em valores próximos a 10UPs, a India Pale Ale com valores próximo a 5 UPs e a Weiss e Stout com valores próximos a 15 UPs. No entanto, a cervejaria teve seu processo de pasteurização padronizado e melhorado, possibilitando aumentar a produção de cerveja e ter um controle maior da vida de prateleira dos produtos. Com este relato, pretende-se que outras microcervejarias possam realizar otimizações em seu processo de pasteurização, oferecendo produtos mais seguros e com menor risco de variação da unidade de pasteurização.

**Palavras-chave:** Cervejaria artesanal. Microcervejaria. Pequenos Negócios. Tanque de Pasteurização. Pasteurização. Pasteurização. Unidade de Pasteurização. Tratamento Térmico.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	5
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
2.1	História da Cerveja .....	6
2.2	Produção e Consumo da Bebida.....	9
2.3	Legislação Nacional sobre Cerveja .....	10
2.4	As Microcervejarias e as Cervejas Artesanais.....	13
2.5	Escolas Cervejeiras e Tipos de Cervejas .....	14
2.6	Pasteurização.....	18
3	METODOLOGIA.....	20
3.1	Descrição da microcervejaria e do problema em estudo.....	20
3.2	Pasteurização de Cervejas na Cervejaria Naípe Brew .....	24
3.3	Aperfeiçoamento da pasteurização .....	26
4	RESULTADOS .....	30
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a pré-história, a cerveja é uma bebida presente na civilização humana e a palavra que a caracteriza é derivada do latim *cervesia*, *cerevisia* ou *cerevisia* que significa bebida fermentada. Hoje, a cerveja como conhecemos é uma bebida fermentada obtida por meio da mistura do malte, lúpulo e água potável, por ação de levedura e com adição de lúpulo, podendo ainda levar outros componentes denominados de adjuntos cervejeiros.

No que diz respeito à produção de cerveja, a pasteurização é uma das etapas mais importantes, pois proporciona a estabilidade microbiológica da cerveja por intermédio do uso de temperaturas altas por um tempo determinado e, logo em seguida, o resfriamento da bebida. Contudo, se este processo for mal executado, a cerveja será prejudicada tanto nas suas características sensoriais quanto microbiológicas, alterando sua vida de prateleira.

O objetivo do presente trabalho é apresentar como foi realizada a melhoria no processo de pasteurização, no qual foi um dos objetos de trabalho do estágio realizado na microcervejaria Naípe Brew, além de abordar temas sobre a história da cerveja, algumas classificações utilizadas, tipos de cerveja, escolas cervejeiras e também apresentar o processo de produção da microcervejaria.

Para tanto, foram feitas alterações mecânicas na barra de aspersão e a realização de testes observacionais do funcionamento, vazão e a definição das temperaturas e tempos ideais de ajustes que o pasteurizador deveria ser submetido, sendo possível padronizar o procedimento de pasteurização para que as cervejas atingissem as unidades de pasteurização (UP) ideais para cada tipo de cerveja.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 História da Cerveja

Parte dos primeiros registros que se tem conhecimento sobre produção de bebidas fermentadas alcóolicas a partir de cereais remontam às civilizações que se desenvolveram no Oriente Médio ainda na Pré-história.

Antes mesmo do desenvolvimento da escrita, encontram-se evidências em artefatos de cultura material. Liu et al. (2018) descrevem em seu trabalho evidências de armazenamento de bebidas e alimentos fermentados em pilões de pedra que datam de aproximadamente 13.000 anos atrás, encontrados na caverna Raqefet, localizada onde atualmente é o território de Israel. Segundo os autores, os processos de fabricação de cerveja antigos tinham grandes variações regionais, mas seriam compostos por três etapas básicas:

(1) germinação dos grãos de malte em água, sendo os grãos posteriormente drenados, secos e armazenados para uso;

(2) o malte armazenado é moído ou triturado em um recipiente, misturado com água e aquecido até a temperatura atingir a faixa de 65 ° C - 70 ° C, permanecendo nesta temperatura durante um período de tempo em torno de 30 minutos a 4 horas;

(3) o fermento é adicionado à mistura ou naturalmente depositado no mosto, o recipiente de cerveja é coberto com uma tampa e o mosto pode descansar por um ou mais dias até que a fermentação seja concluída.

Poelmans e Swinnen (2011) também destacam registros que permitem compreender a produção e consumo da cerveja entre as diferentes civilizações que se desenvolveram na antiga Mesopotâmia entre 5.000 e 500 a.C.

Os povos sumérios (que viviam na Suméria, região sul da Mesopotâmia) consideravam que a cerveja poderia ser usada como uma forma de moeda - pessoas negociavam grãos e cerveja em troca de outras fontes naturais mais escassas, como madeira, metais ou mesmo pedras preciosas. A Figura 1 apresenta um selo cilíndrico encontrado no Cemitério Real da cidade suméria de Ur, datado de 2600 a.C., na qual é representado um banquete em que as pessoas se servem de jarros que possivelmente continham cerveja.

Figura 1 - Selo cilíndrico sumério representando banquete.



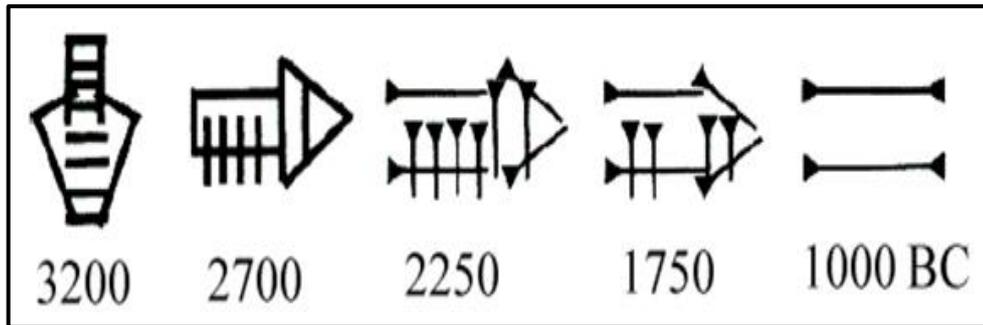
Fonte: Acervo British Museum (2021a).

Conforme Muxel (2018), com o desenvolvimento da escrita cuneiforme, um dos sistemas de escrita mais antigos a respeito do qual se possui documentação, os processos tecnológicos da produção de cerveja e, também, os aspectos culturais de seu consumo também passaram a ser descritos. Entre os Sumérios o consumo de cerveja era tão importante que havia uma divindade associada à bebida: Ninkasi, deusa à qual foram dedicados hinos.

No Código de Hamurabi, um conjunto de leis escritas para controlar e organizar a sociedade, há previsão de punição para cervejeiros que adulterassem a bebida. No Épico de Gilgamesh é descrito que um homem que não sabia tomar cerveja era considerado inculto.

Na Figura 2 é apresentada a evolução dos pictogramas para descrever a palavra cerveja em escrita cuneiforme e na Figura 3, tem-se uma tábua cuneiforme encontrada na cidade de Uruk, datada de aproximadamente 3200 a. C. descrevendo proporções de ingestão de alimentos (STANDAGE, 2005).

Figura 2 - Evolução do pictograma para a palavra cerveja em escrita cuneiforme.



Fonte: Standage (2005).

Figura 3 - Tábua cuneiforme com aplicação do pictograma para cerveja.



Fonte: Acervo British Museum (2021b).

Ao longo dos séculos a produção da cerveja foi sendo difundida entre diferentes povos dadas as trocas comerciais que aconteciam. Da Mesopotâmia foi levada até os egípcios e posteriormente aos gregos e romanos. Entre estes dois últimos povos a cerveja passou a ser preferida em relação ao vinho, bebida que começava a ser desenvolvida nos séculos finais que antecederam o início da era cristã

Desta maneira, a cerveja passou a ser vista como bebida consumida por incultos e bárbaros. Foi apenas no século V que a cerveja voltou a ter ascensão junto aos povos germânicos, no norte do império romano, uma vez que a região não propiciava o cultivo de uvas para a produção de vinhos. (POELMANS; SWINNEN, 2011).

Foi ao longo da idade média que a produção da cerveja foi aprimorada principalmente pelos monges nos mosteiros e monastérios. Silva et al. (2016) mencionam que os mosteiros do

século VI tiveram uma importância fundamental no desenvolvimento de técnicas e receitas que melhoraram muito a qualidade da cerveja.

Ao final da idade média a cerveja já se encontrava com um produto com alto valor comercial e os cervejeiros eram reconhecidos como artesãos especializados.

No Brasil, a produção de cerveja foi introduzida a partir dos colonizadores. Entretanto, Santos (2003) comenta que havia dois fatores que atrapalhavam a produção da bebida nesta época: o acesso à matéria-prima necessária e o clima tropical do país.

A aquisição de matérias-primas dependia do fluxo comercial entre a colônia e a metrópole, que se intensificou apenas décadas após a invasão em 1500. Já o clima do país com altas temperaturas em relação ao clima temperado europeu, dificultava a possibilidade de controle do processo de fermentação da bebida.

A primeira cervejaria que produzia em escala industrial surgiu entre 1870 e 1880, em Porto Alegre. Com o surgimento das primeiras máquinas compressoras frigoríficas no Rio de Janeiro e São Paulo, foi possível criar gelo, possibilitando um maior controle da temperatura no processo de fermentação e este fato levou a migração das fábricas. Nessa época, foram fundadas duas empresas, a Companhia Cervejaria Brahma e a Antarctica Paulista, que mais tarde vieram a se fundir e dominar o mercado até os dias de hoje, tornando-se a AB InBev. A AB InBev é a empresa que possui o maior número de marcas de cerveja no mundo. (SANTOS, 2003; apud SILVA et al., 2016, p. 87).

## **2.2 Produção e Consumo da Bebida**

Um dado recente sobre um panorama do mercado mundial é descrito por Meier (2021) no relatório 2020-2021 da empresa BarthHass, comercializadora de lúpulo presente no mercado há 225 anos.

Os cinco países que figuram como maiores produtores de cerveja em 2020 são a China (341,110 mil hectolitros), EUA (211,166 mil hectolitros), Brasil (151,900 mil hectolitros), México (126,900 mil hectolitros) e Alemanha (87,027 mil hectolitros).

Conforme apresentado por Meier (2021), é cada vez mais difícil obter cifras para o volume de produção de cerveja em países individuais e, além disso, muitas vezes existem diferenças significativas nos números de produção fornecidos por diferentes fontes – no caso dos dados de produção do EUA, estes são estimados pela empresa.

A pandemia de COVID-19 declarada em março de 2020 pela Organização Mundial de Saúde modificou uma série de atividades humanas e interferiu no consumo *per capita* da cerveja quando comparado aos anos anteriores.

Conforme dados apresentados pela empresa Euromonitor e divulgados por Alvarenga (2021), os três países com o maior consumo de litros *per capita* são a China, EUA e o Brasil e, nos dois primeiros houve uma queda em volume nas vendas de cerveja em comparação à 2019 – 3,4% nos EUA e 7% na China, mas no Brasil o consumo aumentou.

Tiburtino (2020) comenta que este aumento do consumo da bebida no Brasil deve-se ao fato de que, como os brasileiros passaram a ficar mais em casa e estavam em um momento de alta ansiedade, a bebida foi utilizada como um meio para aliviar as tensões e fugir da realidade.

### 2.3 Legislação Nacional sobre Cerveja

Cortez, Pendiuk e Ramos (2017) versam que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o principal responsável, no território nacional, pela definição de parâmetros de qualidade da cerveja, controle de qualidade e concessão de registros para as cervejas produzidas no país.

Este mesmo órgão elaborou, em 1994, a primeira lei brasileira para tratar de normas específicas sobre produção de bebidas, regulando desde a matéria-prima até a produção final dos produtos. Esta lei ficou conhecida como a Lei das Bebidas (lei nº8.918/94).

Tratando-se especificamente da cerveja, o Decreto nº 2.314 de 04 de setembro de 1997 foi o primeiro a definir padrões de qualidade desta bebida, bem como a identificação de cervejarias, teores alcoólicos, rotulagem, dentre outros aspectos.

Nesta resolução, a cerveja é definida como sendo “(...) 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, 1997) e está categorizada conforme o disposto *in verbis*:

Art. 66. As cervejas são classificadas:

I - Quanto ao extrato primitivo em:

- a) cerveja leve, a que apresentar extrato primitivo igual ou superior a cinco e inferior a dez e meio por cento, em peso;
- b) cerveja comum, a que apresentar extrato primitivo igual ou superior a dez e meio e inferior a doze e meio por cento, em peso;
- c) cerveja extra, a que apresentar extrato primitivo igual ou superior a doze e meio e inferior a quatorze por cento, em peso;

d) cerveja forte, a que apresentar extrato primitivo igual ou superior a quatorze por cento, em peso.

II - Quanto à cor:

a) cerveja clara, a que tiver cor correspondente a menos de vinte unidades EBC (European Brewery Convention);

b) cerveja escura, a que tiver cor correspondente a vinte ou mais unidades EBC (European Brewery Convention).

III - Quanto ao teor alcoólico em:

a) cerveja sem álcool, quando seu conteúdo em álcool for menor que meio por cento em volume, não sendo obrigatória a declaração no rótulo do conteúdo alcoólico;

b) cerveja com álcool, quando seu conteúdo em álcool for igual ou superior a meio por cento em volume, devendo obrigatoriamente constar no rótulo o percentual de álcool em volume.

IV - Quanto à proporção de malte de cevada em:

a) cerveja puro malte, aquela que possuir cem por cento de malte de cevada, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;

b) cerveja, aquela que possuir proporção de malte de cevada maior ou igual a cinquenta por cento, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;

c) cerveja com o nome do vegetal predominante, aquela que possuir proporção de malte de cevada maior do que vinte e menor do que cinquenta por cento, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares.

V - Quanto à fermentação;

a) de baixa fermentação; e

b) de alta fermentação. (BRASIL, 1997).

Embora este decreto não especifique diretamente o que são as cervejas de alta (as chamadas *Ale*) e baixa fermentação (conhecidas como *Lager*), considera-se que as primeiras são aquelas em que as leveduras atuam no topo do mosto durante a fermentação, trabalhando em temperaturas mais elevadas (de 18° a 22°C), enquanto as outras são cervejas em que as leveduras trabalham em temperaturas mais baixas (7° a 15 °C de temperatura), fazendo com que as cervejas fiquem com sabores e aromas mais suaves e leves, conforme Oliveira (2011).

Atualmente, a produção da cerveja no país está regulamentada pela Instrução Normativa Nº 65, de 10 de novembro de 2019, que traz uma definição que altera aspectos de composição da bebida quando comparada à definição dada pelo Decreto nº2.314:

(...) cerveja 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).

O termo *malte* “(...) define a matéria-prima resultante da germinação, sob condições controladas, de qualquer cereal (cevada, arroz, milho, trigo, aveia, sorgo, triticale etc.)” (VENTURINI FILHO, 2016).

A priori, qualquer cereal pode ser maltado (desde que considerado seu poder diastático e o seu valor econômico), mas o malte mais utilizado nas cervejarias é o malte proveniente da cevada.

Conforme Farber e Barth (2019), o poder diastático (*diastatic power*) é a capacidade das enzimas do malte de converter o amido em açúcar. Ele deriva da ação combinada das duas principais enzimas de conversão de amido – alfa e beta-amilase – e é medido pela quantidade de amido hidrolisado a 20°C em 30 minutos pela enzima extraída de uma amostra do malte.

A potência diastática é medida em graus Lintner (° L), graus ASBC (aproximadamente igual a ° L) ou unidades de Windisch – Kolbach (° WK). O mínimo de poder diastático do malte para converter seu próprio amido é de cerca de 40 ° L. Quando base de malte e outras fontes de amido são usados, os cervejeiros geralmente procuram um poder diastático médio de pelo menos 50 ° L.

O *lúpulo* é uma planta, de nome científico *Humulus lupulus* e fornece à cerveja o amargor e aroma característicos, além de agir como um conservante da bebida. Esta planta pode ser adicionada à cerveja tanto na forma de *pellet* ou extrato (este último tem menor massa e volume em relação ao primeiro).

Segundo Martins et al. (2016), os componentes amargos do lúpulo são  $\alpha$ -ácidos (humulones, de 3 - 17%),  $\beta$ -ácidos (lupulones, de 2 - 7%) e os produtos de oxidação de ácidos amargos, nomeadamente as resinas moles e duras. Os  $\alpha$ -ácidos são os componentes mais importantes devido ao seu alto potencial de amargor.

Na fabricação de cerveja convencional, o lúpulo é adicionado ao mosto doce e fervido durante uma 1h30min a 2h, nas quais os  $\alpha$ -ácidos são isomerizados em iso- $\alpha$  ácidos e os componentes do óleo essencial (até 3%) são vaporizados. No entanto, uma parte de lúpulos de “aroma” podem ser adicionados mais tarde a fim de repor a perda de alguns compostos voláteis, principalmente em cervejas *lager*.

O *adjunto cervejeiro*, por sua vez, refere-se a qualquer ingrediente que não seja água, malte, lúpulo ou levedura, podendo assim fazer com que as cervejas sejam acrescidas de grãos não maltados e açúcares.

No Brasil, eles podem substituir, “(...) em até 45% em peso em relação ao extrato primitivo, o malte ou o extrato de malte na elaboração do mosto cervejeiro” (BRASIL, 2019).

O uso de adjuntos cervejeiros pode conferir à bebida o que se chama de *drinkability* ou “(...) a medida de quão agradável e atraente uma cerveja é para ser consumida em grandes quantidades” (MATTOS, MORETTI, 2005, p. 13).

É importante salientar que o conceito de *drinkability* é subjetivo e depende de alguns fatores. Mattos e Moretti (2005) pontuam sobre como a bebabilidade da cerveja pode ser afetada pelo efeito sensorial (aroma, sabor, temperatura e textura), cognitivo (informações e crenças do sujeito relacionadas às propriedades de cada cerveja e seus efeitos no consumidor), pós-ingestivo (consequências normais para o organismo humano, causadas pela distensão e taxa de esvaziamento, por exemplo) e pós-absortivo (os efeitos bioquímicos resultantes dos metabólitos na corrente sanguínea).

Ainda sobre a Instrução Normativa Nº 65, esta define, nos parágrafos seguintes, os conceitos de cervejas *gruit*, cervejas *sem glúten*, cervejas de *múltipla fermentação*, cervejas *light* e cervejas *Malzbier*, que não eram definidas pelo Decreto Nº 2.314 e que, em alguns casos, são produtos recentes e que demonstram a potencialidade e versatilidade do mercado cervejeiro.

## 2.4 As Microcervejarias e as Cervejas Artesanais

“As cervejas artesanais provenientes de microcervejarias brasileiras têm ganhado cada vez mais espaço nas prateleiras de supermercados, nas lojas especializadas (físicas e virtuais) e em serviços de alimentação (bares e restaurantes).” (SEBRAE, [s.d]). Conforme Limberger e Tulla (2017), este movimento de cervejas especiais iniciou-se no Brasil na década de 1990.

Além do produto diferenciado, esses locais se caracterizam por uma maior quantidade de malte por hectolitro de bebida e são, de maneira geral, microindústrias de origem familiar, conforme Marcusso (2015).

Apesar desta caracterização, não há uma classificação exata para se definir o que seria uma microcervejaria – alguns autores apontam a produção em litros como sendo um fator de

definição para caracterizar uma microcervejaria, enquanto outros consideram o número de funcionários ativos na empresa, por exemplo.

Assim, é essencial fomentar discussões para que se criem legislações adequadas à produção de cervejas artesanais no território nacional, bem como uma caracterização para definir o tamanho do empreendimento (se é micro, pequeno etc.).

Quanto às cervejas artesanais, Dias e Falconi (2018) comentam que o mercado de cervejas artesanais no Brasil, embora não seja representativo em comparação com o mercado de grandes marcas, como as do grupo Ambev e grupo Petrópolis, é crescente.

Dentre os motivos apresentados como causa deste crescimento estão a curiosidade pela produção, preferência pela bebida e hobby, segundo Ramos e Pandolfi (2017).

Quanto ao número de microcervejarias existentes no Brasil, ainda não há levantamentos concisos sobre este assunto. Uma das pesquisas mais recentes a respeito das cervejarias artesanais brasileiras foi realizada pelo Sebrae (2019) juntamente com a Associação Brasileira de Cerveja Artesanal (Abracerva) no 1º Censo das Cervejas Independentes Brasileiras.

Os resultados mostram que o perfil dos produtores a frente das cervejarias independentes é predominantemente masculino, com idade média de 39 anos e alto grau de escolaridade.

Das 744 respostas validadas neste questionário qualitativo, notou-se que a maior parte das cervejarias independentes estão presentes nos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul e Minas Gerais, sendo que a maioria dos negócios é jovem, com 1 a 4 anos de idade.

Boa parte destas cervejarias independentes se considera uma “microcervejaria artesanal”, mas não há uma caracterização do que seriam estas cervejarias (produção em hectolitros, número de funcionários, dentre outros).

## **2.5 Escolas Cervejeiras e Tipos de Cervejas**

*Escolas cervejeiras* é um termo utilizado para definir regiões onde estilos de cervejas foram criados e que hoje são as principais referências dos cervejeiros.

A denominada escola alemã, engloba, além da Alemanha, os países República Tcheca e Áustria, apresentando certa lealdade à cultura regional e valorização do produtor local – “Visitar uma cidade e não experimentar a cerveja produzida ali é como se não a tivesse visitado.” (CUNHA; GURGEL, 2017, p. 58).

Uma das principais características dessa escola é a chamada *lei da pureza* ou *reinheitsgebot*, promulgada em 23 de abril de 1516 pelo Duque Guilherme IV da Baviera, que instituiu que a cerveja deveria levar em sua composição apenas água, malte de cevada e lúpulo, deixando de lado a mistura de ervas denominada de *gruit*. Isto confere às cervejas eficiência e qualidade técnica, mas poucas variações de sabores, tendo como principais estilos as cervejas do tipo Pilsen, Weiss e Bock (todos os estilos de cerveja serão esmiuçados mais adiante).

Já a escola belga inclui os belgas, os holandeses e parte dos franceses e pode ser caracterizada como uma das que mais inovam nos insumos e processo, podendo incluir adjuntos cervejeiros do tipo *candy sugar* – açúcar invertido e sujeito à um processo de caramelização – especiarias, dentre outras composições.

Segundo Hornink e Galembeck (2019), as bebidas desse grupo apresentam estilos com maior teor alcoólico (algumas ultrapassando 10%). Destacam-se aqui os estilos como Blond Ale, Dubbel, Strong Ale e Witbier segundo Ambev (2019).

A escola de cerveja inglesa reúne a Inglaterra, a Escócia e a Irlanda e tem como característica o uso de maltes bem trabalhados, que geram cervejas mais fortes e amargas, mas com um dulçor característico das cervejas inglesas conforme relatado por Cunha e Gurgel (2017). Há uma grande variedade de estilos nesta escola, mas os principais são Porter, English IPA, Stout e English Pale Ale.

Por último, a escola americana é uma das mais modernas e é caracterizada por suas cervejas “(...) bem lupuladas, amargas, com aromas complexos (destacam-se os cítricos).” (HORNINK; GALEMBECK, 2019, p. 78). Os estilos que mais se destacam nesta escola são ~~o~~ American Lager, Cream Ale, IPA e American Pale Ale.

É comum caracterizar os estilos ou tipos das cervejas conforme o tipo de levedura que levam em sua fabricação, além de como esta levedura age durante o processo. Assim, podemos separar as cervejas em três famílias principais:

- *Lager*: Cervejas produzidas por leveduras de baixa fermentação, que trabalham melhor a temperaturas mais baixas (7° C a 15°C) e tem uma fermentação mais lenta, fazendo com que a cerveja seja mais suave e menos frutada;
- *Ales*: Cervejas produzidas por leveduras de alta fermentação, que possuem temperatura de trabalho ideais entre 18°C a 22°C. O resultado são cervejas bastante esterificadas e que apresentam odor frutado intenso;
- *Wild*: Cervejas produzidas com leveduras selvagens presentes no ambiente, que são inoculadas no mosto resfriado.

A cerveja do tipo *Pilsen* (também chamada de pilsener ou pilsner) é uma cerveja de “(...) de baixa fermentação (Lager), originada na região da Boémia (tcheco: Čechy; alemão: Böhmen), atualmente República Tcheca, na cidade de Pilsen (Plzeň).” (HORNINK; GALEMBECK, 2019, p. 150) e se caracteriza se pelo uso de malte claro Pilsner (base); água mole; lúpulo Saaz e leveduras Lager.

Cervejas tipo *Pilsen* costumam apresentar cerca de 35 a 45 IBUs. O IBU é uma das unidades internacionais de amargor e é composto pela quantidade de material no mosto ou cerveja derivada da resina do lúpulo (alfa ácidos), multiplicado pela fração 5/7.

Este método foi desenvolvido nas décadas de 1950 e 1960, quando a maioria dos fabricantes de cerveja usava lúpulo enfardado, que, quando submetido à temperatura na caldeira, muitas vezes perdia entre 40% e 80% de seu amargor derivado de ácido alfa potencial segundo a Universidade de Oxford (2012).

A cerveja do tipo *Weiss* (do alemão *weiß*, que significa branco) tem como característica principal a presença de malte de trigo em sua composição e um aspecto visual de cor clara com uma espuma cremosa. Também é chamada de *Weizenbier* (*weizen* significa trigo) e devem conter pelo menos 50% de trigo em sua composição, podendo o restante ser composto por malte de cevada conforme Bonaccorsi (2016). Este tipo de cerveja pode apresentar IBU de 3 a 12.

Cervejas do tipo *Bock* se caracterizam por serem de baixa fermentação e alto teor alcoólico, tendo um sabor mais forte, encorpado e cor escura (de maneira geral), segundo Teixeira (2016). Tendem a ser relativamente maltadas e muitas vezes apresentam um sabor semelhante ao de enxofre conforme Bamforth (2020).

Este estilo reúne variações em sub estilos que foram sendo criados ao longo dos anos a partir da sua popularização, sendo eles: *Doppelbock* (mais fortes em teor alcoólico quando comparadas às Bock tradicionais), *Eisbock* (feita por intermédio do congelamento de uma *doppelbock* e removendo a água congelada), *Helles Bock* (possui caráter de lúpulo geralmente mais aparente do que em outras bocks) e *Weizenbock* (cerveja Bock feita com trigo e de alta fermentação). O IBU varia conforme o estilo da *Bock* – para a *Bock Tradicional* e *Doppelbock* o IBU é de 20-30; para *Helles Bock* de 20-35 e para *Eisbock* de 20-50.

Em se tratando das cervejas da escola belga, a *Blond Ale* é classificada como uma cerveja dourada, de complexidade sutil frutada-picante e final seco. Bonaccorsi (2016) diz que, tradicionalmente, este tipo de cerveja não leva especiarias em sua composição, sendo a impressão da presença de temperos causada pelos subprodutos da fermentação. Possui um IBU de 15-30.

A cerveja do tipo *Dubbel* é considerada um dos estilos da chamada cerveja trapista, palavra que caracteriza cervejas produzidas em alguns mosteiros de ordem Trapista e que são bebidas com teor alcoólico alto (6 a 9%), pouco lupuladas e que levam adjuntos como casca de laranja e especiarias em sua composição, conforme Hornink e Galembeck (2019). Seu IBU é de 20-25.

A *Strong Ale*, também chamada de *Belgian Golden Strong Ale* é, conforme relatado por Bonaccorsi (2016), uma cerveja ale complexa, efervescente e forte, com IBU de 20-40, possuindo notas frutadas e lupuladas, com presença de compostos fenólicos. A *Witbier* possui uma base de trigo, sendo refrescante, saborosa e de moderada intensidade, com cor amarelo palha e bastante turva devido ao amido dos grãos. Possui um IBU baixo (em torno de 10).

Cervejas do tipo *Porter* são elaboradas com maltes escuros e possuem cor marrom clara a marrom escura, apresentando-se quase opaca. No sabor, possuem um perfil de malte-caramelo-chocolate e sua fermentação pode ser tanto alta quanto baixa. O IBU das cervejas *Brown Porter* varia de 20-30, enquanto das *Robust Porter* varia de 25-45.

Já a *English IPA* é uma ale não muito escura, moderadamente forte, de final seco, com aroma e sabor de lúpulo (dada a carga mais alta de lúpulo utilizado em sua produção). Encontra-se, neste tipo de cerveja, notas leves de biscoito e toffe, conforme relatado por Bonaccorsi (2016), além de notas herbais e terrosas bastante presentes. Utiliza-se, em sua produção, lúpulos ingleses como o Target, Admiral, Fuggle, dentre outros segundo Andrade (2019). Seu IBU varia de 40-60.

*Stout*, especificamente a *Irish Stout*, é um tipo de cerveja originária da Irlanda, de cor negra brilhante a marrom muito profundo, com sabor tostado pronunciado, podendo se assemelhar ao café. De maneira geral, suas versões mais amargas são bastante secas e possuem um IBU variando de 30-40.

*English Pale Ale*, *English Bitter* ou ainda *British Bitter* é uma cerveja que possui certo amargor (com IBU variando de 25-35), mas ainda sim é leve e refrescante. O seu teor alcoólico e perfil de sabor pode variar conforme o tipo de *Bitter*. A *American Pale Ale* se diferencia da anterior especialmente por sua cor clara e sabor suave, com IBU de 20-40.

As cervejas do tipo *American Lager* são bastante claras e altamente carbonatadas, com corpo leve e baixo amargor. São refrescantes e tem baixo a praticamente nenhum aroma de malte, além de um amargor baixo (o IBU varia conforme o estilo da *American Lager*, mas está dentro da faixa que vai de 5 a 20 IBUs). Tem uma cor amarelo pálido até amarelo médio. Um

exemplo clássico deste tipo de cerveja é a *Budweiser*. *Cream Ale* é uma *American Lager*, saborosa, fácil de beber e refrescante.

*IPA – Indian Pale Ale* é uma *American Pale Ale* com maior presença de lúpulo (inclusive no aroma) e mais amarga. Sua cor varia de dourado médio a um âmbar avermelhado. Possui corpo médio a médio leve, não possuindo adstringência áspera derivada do lúpulo e IBU de 40 a 60.

## 2.6 Pasteurização

Conforme comentado no item 2.1, a cerveja era um produto de rápida deterioração e que teve sua vida de prateleira aumentada quando monges adicionaram lúpulo à mistura. Mesmo com esta adição, a bebida ainda estava sujeita à deterioração, pois microrganismos indesejáveis podem se multiplicar no produto. Frente a este problema, surge então a pasteurização da bebida, que tem como princípio “(...) garantir uma estabilidade do produto final sem refrigeração.” (RAMUNNO, 2018, p. 38).

A técnica de pasteurização foi criada em 1862 por Luis Pasteur enquanto ele pesquisava a razão pelo qual o vinho e a cerveja se deterioravam. Fontana (2009) descreve que, nesta época, algumas vinícolas francesas sofriam com contaminações em suas cargas de vinho e que o problema foi solucionado por meio das primeiras aplicações práticas de Pasteur, comprovadas com a carga do vinho *La Sibylle* (a embarcação carregada com este vinho percorreu todo o globo e, ao final, o vinho não havia se deteriorado).

Souza e Favero (2017) expõem que o processo de pasteurização consiste em um processo térmico, onde a bebida é submetida a uma temperatura de 60°C e mantida nessa temperatura até atingir o que chama de Unidade de Pasteurização, que é o grau de pasteurização obtido com a bebida a uma temperatura de 60°C por um minuto. Logo após atingir esta UP, a cerveja é então resfriada e suas garrafas estão prontas para serem comercializadas.

O intervalo de UP para cervejas “mais leves” como Pilsner e Lager, varia entre 15 a 25 UPs, enquanto nas cervejas do tipo Ale e Stout varia entre 25 a 30 UPs. Os efeitos da pasteurização são mais evidentes em cervejas mais leves sendo, por isso, aplicados menos UP a cervejas lager do que às ale e stout. (LOSADA, 2018, p. 03).

Fontana (2009) explica que durante o processo de pasteurização, é natural que a cerveja sofra pequenas variações nos quesitos aroma, cor e sabor, além de variações em sua estabilidade

coloidal. Todavia, quando ocorre o fenômeno chamado de superpasteurização, o oxigênio existente na bebida promoverá (ou acelerará) reações químicas que vão alterar esta estabilidade, gerando também variações mais fortes do sabor da cerveja. Assim, a pasteurização deve ser um processo controlado rigorosamente, para garantir um produto final adequado.

Segundo a instrução normativa nº65, de 10 de dezembro de 2019 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cerveja, é utilizada a expressão "chopp" ou "chope" para se referir a “cerveja” que ainda não foi submetida a um processo de pasteurização, tampouco a outros tratamentos térmicos similares ou equivalentes.

O processo de pasteurização pode acontecer antes ou após o engarrafamento da bebida. No caso das microcervejarias que fazem a pasteurização das cervejas em garrafas, é importante considerar fatores como a pressão dentro destas, dada a presença do gás carbônico da bebida.

“Os vasilhames são preenchidos deixando sempre um headspace (espaço livre) de 5 a 6% de seu volume. Em temperaturas muito altas ou se o vasilhame foi preenchido com um volume maior, pode ocorrer a quebra do vasilhame no interior da máquina.” (FONTANA, 2009, p. 29).

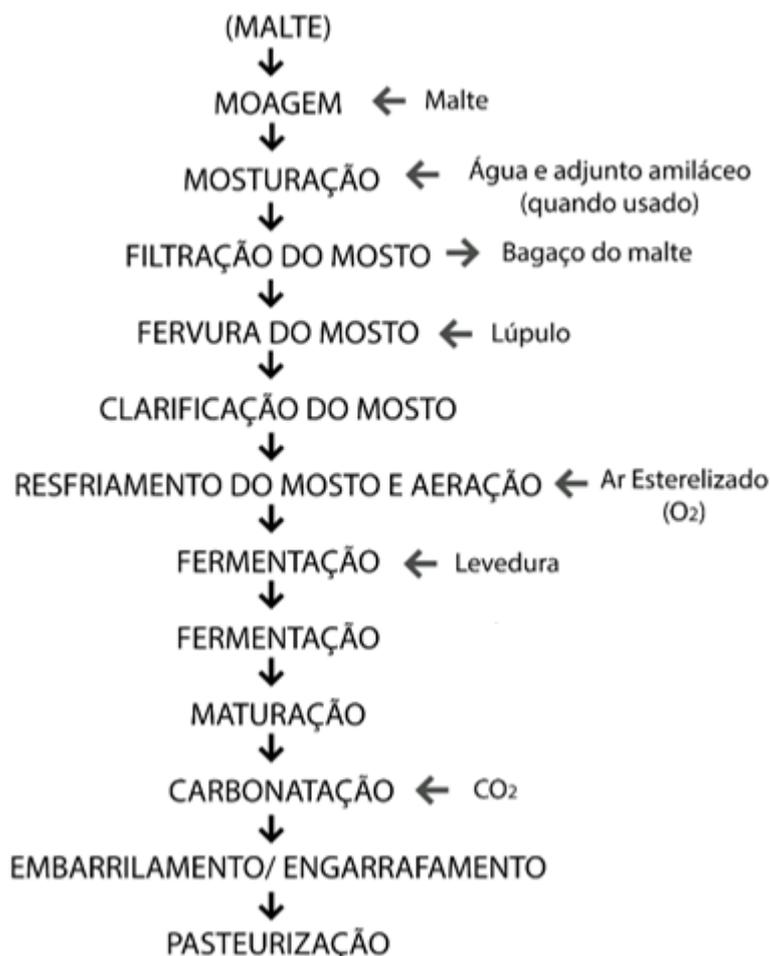
### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Descrição da microcervejaria e do problema em estudo**

A microcervejaria Naípe Brew encontra-se localizada na cidade de Campo Belo, pertencente à microrregião do oeste do Estado de Minas Gerais. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2020), a cidade possui área territorial de 528,225 km<sup>2</sup> e uma população estimada em 54.186 pessoas, tendo como atividades principais a agricultura e pecuária, comércio, construção civil e indústrias de transformação.

O empreendimento iniciou suas atividades em janeiro de 2017 com capacidade inicial de 5 mil litros/mês e, desde então, tem produzido cervejas artesanais do tipo American Lager, Índia Pale Ale, Irish Red Ale, Belgian Pale Ale, Stout e Weiss. Conta atualmente com um quadro de 6 colaboradores e produção mensal de 45 mil litros, com sistema produtivo projetado para alcançar até 120 mil litros por mês. O processo de produção da referida cervejaria pode ser no fluxograma a seguir (FIGURA 4).

Figura 4 - Fluxograma de produção da Cervejaria Naipe Brew.

**RECEBIMENTO E ACONDICIONAMENTO DO MALTE**

Fonte: Relatório de Estágio (2019)

Na microcervejaria Naipe Brew, o malte é recebido em sacas de 25 kg, sendo armazenado em uma sala equipada com um desumidificador e um indicador de umidade e temperatura (FIGURA 5). A moagem é feita em um moinho de dois rolos (FIGURA 6) e, logo após, o malte moído é misturado com água (água primária) a 35 °C, em tanques de aço inoxidável (tinhas) contendo agitadores, cintas de aquecimento, controlador e indicador de temperatura e isolamento térmico.

Figura 5 - Sala de armazenagem de malte.



Fonte: Do autor (2019).

Figura 6 - Moinho de malte de dois rolos.



Fonte: Cervejaria Naípe Brew (2017).

Após a mosturação, o produto é filtrado, separando o bagaço do malte do líquido doce resultante (esta operação é realizada na tina de filtração). Adiciona-se lúpulo ao líquido e efetua-se a fervura do mosto, para que haja inativação de enzimas, esterilização do mosto, coagulação das proteínas, extração dos compostos aromáticos e amargos do lúpulo, dentre outros.

O mosto deve ser então clarificado, pois há a precipitação de complexos de proteínas, resinas e taninos (denominados de *trub*) e que são separados do mosto límpido por meio de força centrípeta.

Na planta da cervejaria, os processos de mosturação, filtração, fervura e clarificação são feitas em um sistema de 3 tinas (FIGURA 7), onde há uma tina de água quente (tina a esquerda), uma de mostura/fervura/clarificação (tina central) e uma de clarificação (tina a direita).

Figura 7 - Sistema de mosturação, filtração, fervura e clarificação com 3 tinas.



Fonte: Cervejaria Naípe Brew (2017).

Após a retirada do *trub* na etapa antecedente, o mosto clarificado é resfriado, partindo de uma temperatura de aproximadamente 95 °C para uma temperatura entre 8 e 20 °C, de acordo com o tipo de fermentação.

A levedura é adicionada e se inicia o processo de fermentação, que deve é acompanhado com o objetivo de se estimar a quantidade de álcool formado na bebida e o tempo total de fermentação (que se finda quando não há mais produção de CO<sub>2</sub>).

Após esta etapa, o chope é maturado (também chamado de segunda fermentação), sendo mantido a baixas temperaturas (entre 0 e 3°C, por um período de 6 a 30 dias). Feito isto, é adicionado CO<sub>2</sub> na bebida, para que se confira efervescência e a sensação de acidez no produto.

A seguir, o chope será embarrilado ou engarrafado e seguirá para a pasteurização, no qual o processo elimina microorganismos patogênicos e deterioradores a níveis seguros, transformando o chope em cerveja. A pasteurização da microcervejaria Naipe tem como objetivo garantir a estabilidade da cerveja por 6 meses de vida útil.

### **3.2 Pasteurização de Cervejas na Cervejaria Naipe Brew**

Na microcervejaria Naipe Brew, o processo de pasteurização das cervejas é realizado colocando, de maneira manual, as garrafas da bebida dentro de um tanque de pasteurização por aspersão com capacidade para 300 garrafas (FIGURA 8), respeitando um espaço de aproximadamente 1 cm entre as garrafas para uma maior superfície de contato, favorecendo a troca de calor entre a água e a garrafa.

Logo após esta etapa, é posicionada uma alavanca que irá enviar a água quente ao pasteurizador e é ligado o gerador que manda gás para o tanque que armazena a água quente. Somente após estas etapas que o pasteurizador é ligado e inicia então o processo de pasteurização aspergindo água quente sobre as garrafas.

Figura 8 - Pasteurizador tipo tanque por chuveiro giratório.



Fonte: Do autor (2019).

O pasteurizador só é desligado quando atinge a temperatura de pasteurização adequada para a cerveja em questão, indicada pelo painel do equipamento (FIGURA 9). Aguarda-se o tempo necessário para que ocorra a pasteurização das cervejas de acordo com o tempo necessário para cada tipo de cerveja. Após esta etapa, posiciona-se a alavanca para enviar água fria às garrafas e, em seguida, liga-se o pasteurizador novamente para aspergir água fria sobre as garrafas. Assim que a água presente no pasteurizador atinge 32°C, desliga-se novamente o aparelho e retira-se todas as garrafas.

Figura 9 - Painel do pasteurizador.



Fonte: Do autor (2019).

Para as cervejas em garrafa produzidas pela Naípe Brew, eram definidas as seguintes quantidades de UP para cada tipo de cerveja:

- India Pale Ale: 4 a 6 UPs;
- American Lager e Irish Red Ale: 8 a 12 UPs;
- Weissbeer: 14 a 18 UPs.

### 3.3 Aperfeiçoamento da pasteurização

Apesar de, supostamente, o pasteurizador manter uma uniformidade nas UP das garrafas pasteurizadas, observou-se que, neste tanque em questão, as UPs das garrafas da extremidade eram menores em relação às UPs medidas nas garrafas do centro, fazendo com que somente estas últimas tivessem a bebida pasteurizada.

As medições para comprovar tal efeito foram realizadas através de dois *data loggers* que a empresa dispunha para este fim, colocando-os em duas garrafas cheias de água dispostas em diferentes locais (uma na extremidade e outra no centro do tanque) e que foram levadas para serem pasteurizadas juntamente com as garrafas de cerveja. Como a massa específica das cervejas (entre 1,006 e 1,035 g/cm<sup>3</sup>) e da água (aproximadamente 1g/cm<sup>3</sup>) são muito próximas, é possível realizar as medições utilizando este líquido.

Para solucionar este problema, primeiramente realizou-se um levantamento para saber a real capacidade do tanque – no caso em questão, a capacidade final era de 300 garrafas, aproximadamente, considerando um pequeno espaço entre cada uma delas.

A partir desta constatação, estabeleceu-se que, para a área de experimentação, seria utilizado um quadrante do tanque que foi posteriormente preenchido com garrafas cheias de água lacradas com um equipamento manual.

Os testes de UP foram realizados colocando os *data loggers* em diferentes posições dentro do tanque e constatou-se que, quando mais próximo do centro do tanque, mais rápido a água presente nas garrafas chegava na UP necessária. Isto acontece devido ao fato de que no centro do tanque o diâmetro é menor e, conseqüentemente, um volume maior de água quente é aspergida neste ponto.

O ideal seria, uma vez que a pasteurização é utilizada para eliminar certos microrganismos, que o líquido de todas as garrafas presentes no tanque atingisse uma faixa de UP segura e com valores próximos em todos ou no máximo de pontos possíveis no equipamento.

Após esta primeira etapa de testes, realizou-se outro teste para verificar a vazão em diferentes pontos do tanque, considerando como referência o quadrante já utilizado no teste anterior. Foram dispostos, juntamente com as garrafas presentes no quadrante, 4 copos, posicionados em linha reta começando do centro do pasteurizador até a extremidade daquele quadrante.

Em seguida, o pasteurizador foi ligado e observou-se que quanto mais próximo da extremidade, mais lentamente os copos eram preenchidos com água. Assim, verificou-se que as garrafas próximas do centro do pasteurizador recebem maior quantidade de água quente e, por isso, atingem a UP necessária.

Isso ocorria devido ao fato de que os furos da barra de aspersão do tanque de pasteurização serem regulares, no qual há uma mesma quantidade de furos em todo o comprimento da barra. Com isso, como a quantidade de água aspergida era a mesma em todo o

comprimento da barra e o diâmetro do centro do equipamento é menor que o diâmetro da extremidade, maior volume de água atingia as garrafas do centro e um menor volume atingia as garrafas da extremidade.

A partir dos dados levantados e das verificações constatadas, tomou-se então, como medida para solucionar o problema, a realização de um número maior de furos no aspersor, de maneira que a quantidade de furos aumentasse conforme a barra de aspersão se aproximasse da extremidade do tanque.

Foram feitos, assim, dois aperfeiçoamentos para atingir o resultado desejado: os primeiros furos na barra de aspersão consideram a distância inicial entre cada furo, colocando os novos furos no meio do espaço existente dos furos já presentes na barra (FIGURA 10). Assim, com o auxílio de um técnico da empresa, realizou-se esta primeira etapa e, logo em seguida, fizeram-se teste com os copos, de maneira a observar se todos eram preenchidos com quantidade similares de água.

Figura 10 - Primeiro aperfeiçoamento da barra de aspersão.



Fonte: Do autor (2019).

Dado que a quantidade de furos realizados não foi suficiente para que os copos fossem preenchidos com volumes de água similares no espaço de tempo pré-determinado, mais furos

foram feitos ao longo da barra, de maneira com que a parte da barra que estivesse no centro do tanque tivesse menos furos do que a parte próxima da lateral do tanque (FIGURA 11).

Como a quantidade de furos na barra de aspersão e a quantidade de água que atingia as garrafas foi ampliada, foi necessário encontrar a temperatura que o pasteurizador deveria ser desligado de maneira a atingir a UP ideal antes de ligar a aspersão com água fria.

Após obter o resultado desejado realizando o teste em garrafas de água, a mesma bateria de testes foi realizada nas garrafas com o chope para a obtenção da cerveja Lager, bem como para os demais tipos de cervejas produzidas na microcervejaria Naipe Brew.

Figura 11 - Segundo aperfeiçoamento da barra de aspersão.



Fonte: Do autor (2019).

## 4 RESULTADOS

O tempo em que o pasteurizador precisa ficar ligado depende do tipo de cerveja a ser pasteurizada. A IPA (Índia Pale Ale) precisa de menor tempo (consequentemente, menor UP), devido a sua alta quantidade do lúpulo que ajuda na conservação. Já a Red e a Lager precisam da mesma quantidade, sendo assim o tempo é um pouco maior que a IPA. As cervejas do tipo Stout e Weiss são as que precisam do maior tempo de pasteurização em relação a todas as outras cervejas.

Na literatura, existem divergências quanto a quantidade de UPs que cada tipo de cerveja necessita para garantir uma pasteurização efetiva e, além disso, para algumas cervejas específicas não há material que contenha estas referências.

Também deve-se levar em consideração a vida de prateleira do produto em que a cervejaria deseja trabalhar, alterando também a faixa de UP necessária para cada cerveja. Assim, essas informações foram coletadas com outras duas cervejarias artesanais, baseado no que elas realizam e no que a equipe da Naipe Brew já realizava para garantir 6 meses de validade para as cervejas fabricadas na planta.

Os valores desejados de UP que a microcervejaria seguia era de 8 a 12 UPs para as cervejas do tipo American Lager e Red, 14 a 18 UPs para cervejas do tipo Weiss e Stout e 4 a 6 UPs para cervejas do tipo IPA.

Nas tabelas 1 a 3 estão representados os resultados dos testes de pasteurização realizados na microcervejaria.

Tabela 1 - Teste de Pasteurização das cervejas tipo Lager e Red Ale.

<b>TESTE DE PASTEURIZAÇÃO LAGER/RED ALE</b>								
	23/01/2019		23/01/2019		23/01/2019		24/01/2019	
Tempo (min)	1ª repetição		2ª repetição		3ª repetição		4ª repetição	
	TP(°C)	TqA(°C)	TP(°C)	TqA(°C)	TP(°C)	TqA(°C)	TP(°C)	TqA(°C)
0	27,5	32,2	32,0	46,3	36,6	49,9	28,7	33,0
2	27,9	32,2	33,1	46,5	34,8	48,9	29,7	36,8
4	28,6	34,1	34,8	46,5	37,0	55,0	31,2	41,7
6	30,1	40,0	37,2	53,1	40,2	59,5	33,2	45,8
8	32,1	47,9	40,1	57,7	44,3	64,9	35,6	49,7
10	35,0	53,9	44,2	63,4	48,9	69,0	38,4	53,1
12	38,7	59,0	48,4	68,3	53,4	70,0	41,6	56,8
14	43,0	63,9	53,1	70,3	57,0	68,4	45,0	60,2
16	47,7	68,9	57,0	68,7	-	-	48,6	63,9
18	52,9	69,3	-	-	-	-	51,8	66,6
20	57,0	71,0	-	-	-	-	55,4	69,5
21	-	-	-	-	-	-	57,0	70,1
<b>INTERVALO</b>								
DE 8 MIN	TP(°C)	TqR (°C)						
29	59,7	24,4	59,4	27,0	59,6	20,5	59,1	23,2
30	-	-	32,0	22,5	-	-	32,0	25,8
31	32,0	27,2	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	32,0	18,0	-	-
Data Logger Centro	10.25UP		10.79UP		9.75UP		11.73UP	
Data Logger Extremidade	9.88UP		9.63UP		11.19UP		8.64UP	

Tabela 2 - Teste de Pasteurização da cerveja tipo IPA.

<b>TESTE DE PASTEURIZAÇÃO IPA</b>				
	24/01/2019		28/01/2019	
Tempo (min)	TP(°C)	TqA(°C)	TP(°C)	TqA(°C)
0	29,4	49,6	24,2	24,3
2	31,1	48,6	24,2	24,6
4	33,2	49,8	24,4	28,6
6	36,3	55,4	25,0	33,3
8	39,1	60,4	26,3	38,7
10	44,0	64,6	28,3	43,6
12	48,6	69,6	31,3	50,2
14	53,1	69,3	35,2	56,4
16	57,0	68,2	39,7	63,0
18			44,7	67,9
20			50,0	70,0
22			54,4	69,1
24			57,0	69,0
<b>INTERVALO DE 3 MIN</b>	<b>TP(°C)</b>	<b>TqR (°C)</b>	<b>TP(°C)</b>	<b>TqR (°C)</b>
27	59,3	26,6	59,2	8,4
28	-	-	32,0	25,0
29	-	-	-	-
30	-	-	-	-
31	32,0	26,2	-	-
Data Logger Centro	5.13UP		5.48UP	
Data Logger Extremidade	4.88UP		4.15UP	

Tabela 3 - Teste de Pasteurização da cerveja tipo Weiss e Stout.

<b>TESTE DE PASTEURIZAÇÃO WEISS/STOUT</b>		
28/01/2019		
Tempo (min)	TP(°C)	TqA(°C)
0	30,5	50,9
2	31,8	42,3
4	33,5	46,5
6	35,7	51,8
8	38,9	57,7
10	47,2	62,6
12	47,1	67,4
14	51,7	70,9
16	55,9	69,4
18	57,0	69,1
INTERVALO DE 10 MIN		
	TP(°C)	TqR (°C)
28	58,6	17,7
29	32,0	26,3
Data Logger Centro	16.62UP	
Data Logger Extremidade	14.98UP	

O parâmetro *TP* indica a temperatura fornecida pelo painel do pasteurizador no momento da leitura (o pasteurizador conta com um termômetro digital que mede a temperatura da água dentro da garrafa controle por intermédio de um sensor e assim que é atingido 57°C, o equipamento é desligado, espera-se o tempo determinado para atingir a UP desejada e liga-se a água de resfriamento).

O parâmetro *TqA* indica valores referentes a temperatura do tanque que armazena água aquecida e que é posteriormente aspergida nas garrafas para seu aquecimento.

O parâmetro *TqR* fornece os valores referente a temperatura do tanque que armazena água refrigerada e que é aspergida nas garrafas para seu resfriamento.

Tanto no tanque que armazena água fria quanto no tanque que contém água quente existem 2 termômetros sensores responsáveis por fazer a leitura da temperatura. Estes tanques estão localizados logo abaixo do pasteurizador.

Após o procedimento de leituras, os *data loggers* (aparelhos responsáveis por fornecerem os valores reais das temperaturas ao longo do processo) são retirados das garrafas, inseridos em um dispositivo com entrada USB e seus dados são transferidos para um notebook.

As UPs lidas ao longo do procedimento são então contabilizadas, somadas e assim era obtida a UP final.

Após as observações e testes executados para avaliar a maneira com que ocorriam as pasteurizações na cervejaria decidiu-se realizar as alterações mecânicas (furos) nos pasteurizadores, de modo que a água pudesse ser aspergida em todas as garrafas de maneira uniforme e que as cervejas atingissem a UP necessária para cada tipo específico.

Os *data loggers* foram fundamentais para o sucesso deste aperfeiçoamento, uma vez que tinham como função de medir a temperatura dentro das garrafas e fornecer esses dados para que o tempo de desligar o pasteurizador e atingir as UPs necessárias fosse definido.

Com o processo de pasteurização aprimorado, as cervejas passaram a ter a vida de prateleira dentro do esperado com toda a produção, garantindo os 6 meses de durabilidade e com o menor impacto possível em suas características sensoriais, o que é fundamental para a sua comercialização.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ineficiência no processo de pasteurização das cervejas artesanais da cervejaria Naipe Brew foi o desafio enfrentado, descrito e melhorado no presente trabalho de conclusão de curso. Estudos do processo, acompanhamento da produção, testes em planta industrial, alterações mecânicas, padronização dos parâmetros tempo e temperatura foram estratégias adotadas para solucionar o problema.

Após o processo de produção de chope, no qual se inicia na etapa de moagem do malte, segue para a mosturação, filtração, fervura, clarificação, resfriamento e aeração do mosto, fermentação, carbonatação, embarrilamento e engarrafamento, finaliza-se na pasteurização quando deseja-se obter a cerveja, no qual deixa de ser uma bebida crua. O equipamento utilizado para o tratamento térmico mencionado é o pasteurizador por aspersão, com capacidade de 300 unidades de garrafas por processo. Após colocadas dentro do equipamento de forma manual, este é ligado e inicia-se a aspersão de água quente nas garrafas. Após atingir a temperatura ideal, acompanhada pelo painel do pasteurizador, o equipamento é desligado e, assim que o tempo necessário é atingido, no qual é definido para cada tipo de cerveja, água fria é aspergida para finalizar e interromper o tratamento térmico.

Inicialmente os resultados de unidade de pasteurização (UP) eram extremamente variáveis e irregulares, pois conforme observado com auxílio de dois dispositivos de leitura de temperatura (data logger), foi possível traçar estratégias mecânicas para melhorar o processo. Devido a geometria redonda do equipamento de pasteurização, quanto mais próximas do centro as garrafas estavam dispostas, mais água quente atingia suas superfícies e, quanto mais distante do centro, menos água quente era projetada, devido ao maior diâmetro e conseqüentemente menor rotação. Em razão de se tratar de uma falha de processo da indústria, valores concretos de rotação do equipamento e das unidades de pasteurização antes da melhoria do processo não foram apresentados devido a confidencialidade do mesmo.

Como os dispositivos de leitura resultavam em valores maiores de UP para as garrafas centrais e conforme seguiam para as extremidades esses valores iam diminuindo, isso impactava diretamente no tempo de validade das cervejas, fazendo necessário a alteração dos lotes produzidos de 6 meses para 2 e 3 meses de validade. Portanto, após os testes realizados, foi definido que o pasteurizador precisava de mais furos nas suas barras de aspersão de maneira gradual, no qual ficaria uma maior quantidade nas extremidades e fosse diminuindo conforme chegasse ao centro. Desta forma a quantidade de água que atinge as garrafas no processo de

pasteurização ficaram similares em todos os pontos do equipamento e conseqüentemente obtendo-se valores próximos de UP das cervejas.

Por fim, foi possível padronizar o processo de pasteurização para cada tipo de cerveja, no qual quando que a temperatura do painel do pasteurizador atinge 57°C, o equipamento é desligado e, para a cerveja do tipo American Lager e Irish Red Ale, definiu-se um tempo de retenção de 8 minutos até iniciar a aspensão de água fria, resultando em valores próximos à 10UPs. Para a Índia Pale Ale, um tempo de retenção de 3 minutos com valores de UP próximos a 5 e Weiss e Stout, 10 minutos, resultando em valores de UP próximos a 15, no qual garante uma vida de prateleira de 6 meses. No entanto, a cervejaria teve seu processo de pasteurização padronizado e melhorado, possibilitando aumentar a produção de cerveja e ter um controle maior da vida de prateleira dos produtos.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, D. **Consumo de cerveja 'migra' para dentro de casa e volume de vendas no Brasil é o maior desde 2014**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/05/23/consumo-de-cerveja-migra-para-dentro-de-casa-e-volume-de-vendas-no-brasil-e-o-maior-desde-2014.ghtml>. Acesso em: 20 ago. 2021.

ANDRADE, H. N. **Influência da água cervejeira sobre o perfil sensorial das cervejas artesanais de alta fermentação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia), Universidade Federal Rural do Semiárido, Pau dos Ferros – RN, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/5974>. 20 jul. 2021

AMBEV. **Conheça os diferentes tipos de cerveja**. 2019. Disponível em: <https://www.ambev.com.br/blog/categoria/cerveja/conheca-os-diferentes-tipos-de-cerveja/>. Acesso em: 06 abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BEBIDAS - ABRABE. **Um brinde à vida**. São Paulo – SP: DBA, 2014. 77 p. Disponível em: <https://www.abrabe.org.br/abrabe/livro-digital/>. Acesso em: 30 fev. 2021.

BONACCORSI, M. M. **Certification Beer Judge Program**. 2016. Disponível em: <http://www.dca.ufla.br/dca/wp-content/uploads/2017/04/BJCP-2015.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2021.

BRASIL. **DECRETO N. 2.314, DE 04 DE SETEMBRO DE 1997**. Regulamenta a lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D2314.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2314.htm). Acesso em 30 mar. 2021.

BRASIL. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 65, DE 10 DE DEZEMBRO DE 2019.** Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>. Acesso em: 30 fev. 2021.

BRASIL. **LEI Nº 8.918, DE 14 DE JULHO DE 1994.** Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, autoriza a criação da Comissão Intersetorial de Bebidas e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/18918.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18918.htm). Acesso em: 30 mar. 2021.

BAMFORTH, C. W. **The Everyday Guide to Beer – Course Guidebook.** The Great Courses. Chantilly, Virginia: The Teaching Company, 2020. 67 p.

BRITISH MUSEUM. COLLECTION ONLINE. **Cylinder Seal.** 2021a. Disponível em: [https://www.britishmuseum.org/collection/object/W\\_1930-1213-130](https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_1930-1213-130). Acesso em: 29 fev. 2021.

BRITISH MUSEUM. COLLECTION ONLINE. **Tablet.** 2021b. Disponível em: [https://www.britishmuseum.org/collection/object/W\\_1989-0130-4](https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_1989-0130-4). Acesso em: 29 fev. 2021.

CERVIERI JÚNIOR, O. et al. **O setor de bebidas no Brasil.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 40, set. 2014, p. 93-129. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/3462>. Acesso em: 15 mar. 2021.

CERVIERI JÚNIOR, O. Panoramas setoriais 2030: bebidas. In: **Panoramas setoriais 2030: desafios e oportunidades para o Brasil.** Rio de Janeiro - RJ: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2017. p. 69-78.

CUNHA, J. M. F.; GURGEL, M. **Cerveja com Design.** SENAC, 2017. 202 p.

CORTEZ, C. L.; PENDIUK, F; RAMOS, T.C. **Regularização Da Produção: A Trajetória da Legislação Cervejeira.** ANIMA: Revista Eletrônica do Curso de Direito das Faculdades OPET. Curitiba-PR. Ano X, n. 17, jul/dez 2017. Disponível em: <http://www.anima-opet.com.br/pdf/anim17/INTERNO/3-interno-Regularizacao-da-Producao-A-trajetoria-da-legislacao-cervejeira-cortez-pendiuk-ramos.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

FARBER, M.; BARTH, R. **Mastering brewing science: quality and production.** 1 ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2019. 591 p.

FONTANA, D. H. G. **Elaboração de um modelo para o controle do processo de pasteurização em cerveja envasada (in-package).** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/18596>. Acesso em: 16 abr. 2021.

HORNINK, G. G.; GALEMBECK, G. **Glossário Cervejeiro: da cultura à ciência.** Alfenas – MG: Editora Universidade Federal de Alfenas, 2019. *E-book* (219 p.). ISBN: 978-85-63473-36-3. Disponível em: <http://www.unifal-mg.edu.br/bibliotecas/ebooks>. Acesso em: 04 abr. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades – Campo Belo**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/campo-belo/panorama>. Acesso em: 05 mar. 2021.

LIMBERGER, S. C.; TULLA, A. F. **A emergência de microcervejarias diante da oligopolização do setor cervejeiro (Brasil e Espanha)**. Finisterra, LII, 105, 2017, pp. 93-110. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/finisterra/article/view/10404>. Acesso em: 04 abr. 2021.

LIU, L.; WANG, J.; ROSENBERG, D.; ZHAO, H.; LENGYEL, G.; NADEL, D. **Fermented beverage and food storage in 13,000 y-old stone mortars at Raqefet Cave, Israel: Investigating Natufian ritual feasting**. Journal of Archaeological Science: Reports, v. 21, out. 2018, p. 783-793. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352409X18303468>. Acesso em: 15 mar. 2021.

LOSADA, M. M. N. P. P. **Efeito da pasteurização na qualidade sensorial de cervejas artesanais**. Tese de Licenciatura – Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação, Universidade do Porto, Porto, 2018. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/113876>. Acesso em: 16 abr. 2021.

MARCUSSO, E. F. **As Microcervejarias no Brasil Atual: Sustentabilidade e Territorialidade**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2015. Disponível em: [http://www.ppgsga.ufscar.br/alunos/banco-de-dissertacoes/2015/eduardo-marcusso-versao-fin al.pdf](http://www.ppgsga.ufscar.br/alunos/banco-de-dissertacoes/2015/eduardo-marcusso-versao-final.pdf). Acesso em: 10 abr. 2021.

MARTINS, C. et al. *Saccharomyces spp. Role in brewing process and its serial repitching impact*. In: SALAZAR, W. H. (Ed.). **Beer: Production, Consumption and Health Effects**. New York: Nova Science Publishers, 2016. Cap. 5, p. 213-255.

MATOS, R. A. G. **Cerveja: Panorama do Mercado, Produção Artesanal e Avaliação de Aceitação e Preferência**. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/2547>. Acesso em: 04 abr. 2021.

MATTOS, R.; MORETTI, R. H. **Beer Drinkability – A Review**. MBAA TQ vol. 42, no. 1, 2005, pp. 13-15. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Rubens-Mattos/publication/304791698\\_Beer\\_drinkability\\_-\\_A\\_review/links/5f217046299bf134048f8afa/Beer-drinkability-A-review.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rubens-Mattos/publication/304791698_Beer_drinkability_-_A_review/links/5f217046299bf134048f8afa/Beer-drinkability-A-review.pdf). Acesso em: 15 jul. 2021.

MEIER, H. (Ed.). **BarthHaas Report Hops 2020/2021**. Disponível em: <https://www.barthhaas.com/en/campaign/barthhaas-report-2021>. Acesso em: 20 ago. 2021.

MELZ, M. **Nova Instrução Normativa do Mapa traz modificações sobre padronização, classificação e registro de cervejas**. Disponível em: <https://abracerva.com.br/2019/12/11/nova-instrucao-normativa-do-mapa-traz-modificacoes-sobre-padronizacao-classificacao-e-registro-de-cervejas/>. Acesso em: 15 mar. 2021.

MUXEL, A. A. **Uma Breve História sobre a Cerveja**. Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, 2018. Disponível em: <https://amuxel.paginas.ufsc.br/>. Acesso em: 20 ago. 2021.

OLIVEIRA, N. A. M. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja**. Monografia (Especialização em Microbiologia Ambiental e Industrial) - Departamento de Microbiologia do Instituto de Ciências Biológicas - Universidade Federal de Minas Gerais, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-99VHHA>. Acesso em: 15 jun. 2021.

OXFORD UNIVERSITY PRESS. **The Oxford Companion to Beer**. New York, 2012. 920 p.

PIATO, M. S.; RÉVILLION, J. P. **Restrições ao desenvolvimento das microcervejarias informais no Brasil**. Acta Ambiental Catarinense. v. 10, n. ½, jan/dez 2013, p. 07-18. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/acta/article/view/2567>. Acesso em: 30 fev. 2021.

POELMANS, E.; SWINNEN, J. F. M. A Brief Economic History of Beer. In: SWINNEN, J. F. M. (Ed.). **The economics of beer**. OUP Oxford, 2011. Cap. 1. p. 03-28.

RAMOS, G. C. B.; PANDOLFI, M. A. C. **A EVOLUÇÃO DO MERCADO DE CERVEJAS ARTESANAIS NO BRASIL**. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 480-488, 2019. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/591>. Acesso em: 3 set. 2021.

RAMUNNO, C. S. **Pasteurização da cerveja em linha de envase: estabilização de resultados**. Monografia (graduação) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Curso de Engenharia Química, 2018. Disponível em: <http://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2018/MEQ18092.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2021.

SANTOS, S. P. **Os Primórdios da Cerveja no Brasil**. 1 ed. Cotia - SP: Ateliê Editorial. 2003.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **1º Censo das Cervejarias Independentes Brasileiras**. Brasília, julho de 2019. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/wp-content/uploads/2019/10/Censo-cerveja-geral2-v3-1.pdf>. Acesso em: 29 set. 2021.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Como montar sua microcervejaria**. 2014. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-microcervejaria>. Acesso em: 15 mar. 2021.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Microcervejarias**. [s.d]. Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/8818d2954be64fcd8628defef1f70f8/\\$File/7503.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/8818d2954be64fcd8628defef1f70f8/$File/7503.pdf). Acesso em: 16 abr. 2021.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Relatório de Inteligência – junho/2015**. Disponível em: <https://sebraeinteligenciasetorial.com.br/produtos/relatorios-de-inteligencia/cervejas-artesanais/55c4ad3614d0c01d007ffeae#download>. Acesso em: 30 fev. 2021.

SILVA, H.A; LEITE, M. A; PAULA, A.R.V. **Cerveja e sociedade**. Contextos da Alimentação – Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade, v. 4, n. 02, mar. 2016. Disponível em: [http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistacontextos/wp-content/uploads/2016/03/73\\_CA\\_artigo\\_revisado.pdf](http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistacontextos/wp-content/uploads/2016/03/73_CA_artigo_revisado.pdf). Acesso em: 15 mar. 2021.

SOUZA, R. S.; FAVERO, D. M. **Correlação entre a redução da carga microbiológica e a inativação da enzima invertase na etapa de pasteurização da cerveja**. Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias. Curitiba, PR, v. 2, n. 1, 15, jan./jun., 2017. Disponível em: <http://periodicos.ifpr.edu.br/index.php?journal=MundiMAA&page=article&op=view&path%5B%5D=317&path%5B%5D=109>. Acesso em: 16 abr. 2021.

STANDAGE, T. **A History of the World in Six Glasses**. New York - NY: Walker & Company, 2005. p. 09-39.

TEIXEIRA, S. P. R. B. **Compostos Responsáveis pelo "Off-Flavour" da Cerveja. Caracterização e Impacto Sensorial**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Ciência Alimentar, Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Porto, 2016. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/85356>. Acesso em: 15 abr. 2021.

TIBURTINO, G. **Copo meio vazio: aumento no consumo de bebidas durante a pandemia desperta preocupação quanto aos efeitos colaterais**. RADIS: Comunicação e Saúde, n. 219, p. 22-27, dez. 2020. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/45020>. Acesso em: 20 ago. 2021.

VENTURINI FILHO, W. G. (coord.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2016. *E-book* (576 p.). ISBN 978-85-212-0957-7. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521209577/pageid/4>. Acesso em: 04 abr. 2021.