



Universidade Federal
de São João del-Rei

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS

BRUNA NATHALIE CARDOSO COSTA

TENDÊNCIAS NO MERCADO PARA A PRODUÇÃO DE CERVEJA
ARTESANAL: UM ESTUDO DE CASO CERVEJA BACKER

Ouro Branco
2021

BRUNA NATHALIE CARDOSO COSTA

**TENDÊNCIAS NO MERCADO PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA
ARTESANAL: UM ESTUDO DE CASO CERVEJA BACKER**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia de
Bioprocessos da Universidade Federal de
São João del-Rei, Campus Alto
Paraopeba, como parte das exigências
para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Bioprocessos

Orientador: Prof. Dr. Edson Romano Nucci

**Ouro Branco
2021**

RESUMO

O setor cervejeiro tem apresentado uma crescente atividade produtiva nos últimos anos. Entretanto, o consumo e o consumidor da bebida têm se alterado ao longo dos anos. Dessa forma, tem se observado um expressivo aumento na abertura de cervejarias menores e artesanais. Porém, esse mercado ainda é novo e não tem muitas leis e normas vigentes para o setor, o que pode gerar mais acidentes e perda de qualidade do produto. Assim, há uma necessidade de se analisar de forma mais criteriosa os riscos que este segmento pode apresentar durante o processo de fabricação e os efeitos que um produto fora de especificação pode trazer aos consumidores. Com isso, o presente trabalho caracterizou a estrutura de uma cervejaria artesanal e verificou as etapas passíveis de contaminação durante o processo a partir de uma revisão na literatura sobre os aspectos teóricos e avaliou as investigações do caso Backer. Além de identificar as causas e efeitos relacionados a contaminação, foram propostas medidas de controle como o método de HPLC e cromatografia gasosa, visando a melhoria na qualidade de cervejas artesanais. Ao final da análise, observou-se a importância de entender que existem complexos e rigorosos procedimentos que uma indústria deve seguir visando melhor segurança e controle de processos.

Palavras-chave: cervejaria artesanal; controle de qualidade indústria cervejeira; caso Backer

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Número de cervejarias por ano no Brasil	8
Figura 2 – Registros de cervejarias por estado	9
Figura 3 – Classificações de cerveja.....	13
Figura 4 – Principais estilos de cerveja.....	13
Figura 5 – Fluxograma de produção de cerveja.....	14
Figura 6 – Grãos de malte moídos	14
Figura 7 - Brasagem ou mosturação da cerveja.....	15
Figura 8 – Etapa de resfriamento da cerveja	17
Figura 9: Fermentação Alcóolica	21
Figura 10: Curva de crescimento de levedura durante processo fermentativo, lida em 600 nm em espectrofotômetro.....	22
Figura 11– Flores fêmea de lúpulo	24
Figura 12– Grão de cevada (a) Grãos de cevada maltada (b) grãos de cevada triturados para mosturação	24
Figura 13 – Projeção de crescimento das cervejarias entre 2020-2025 e verificação de 2019 e 2020.....	28
Figura 14: Em asterisco os pontos de contaminação microbiológica que podem ocorrer no processo de fabricação da cerveja.	31

LISTA DE ABREVIATURAS

AMBEV - Companhia de Bebidas das Américas

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APPCC - Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

BPF - Boas Práticas de Fabricação

CERVBRASIL -Associação Brasileira da Indústria da Cerveja

DEG – Dietilenoglicol

GC-FID - Cromatografia gasosa - Detector por Ionização de Chama

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

MEC - Ministério da Educação e Secretaria de Educação Superior

NIR – Técnica de infravermelho médio

POP - Procedimentos Operacional Padrão

UFSJ - Universidade Federal de São João Del Rei

SUMÁRIO

1.	Introdução	4
2.	Objetivo	5
3.	Revisão de literatura	6
3.1.	A história da cerveja.....	6
3.2.	Produção de cerveja no Brasil.....	7
3.3.	Produção de cerveja artesanal no Brasil	7
3.4.	Legislação.....	10
3.5.	Classificações das cervejas.....	11
3.6.	Etapas de produção	13
3.7.	Equipamentos utilizados em uma cervejaria.....	20
3.8.	Fermentação alcoólica.....	20
3.9.	Insumos.....	22
3.10.	Cerveja industrial x cerveja artesanal	25
3.11.	Consumo de cerveja	26
3.12.	Produção de cerveja artesanal.....	27
3.13.	Cervejaria e impactos causados pela pandemia.....	27
3.14.	Controle de qualidade na indústria alimentícia	29
3.15.	Controle de qualidade em cervejarias.....	30
3.16.	Estudo de caso – Backer.....	32
3.17.	Métodos de identificação.....	34
4.	Conclusão	35

1. Introdução

Segundo o Ministério da Educação (MEC), o Bacharel em Engenharia de Bioprocessos ou Engenheiro de Bioprocessos atua no desenvolvimento e acompanhamento de tecnologias e processos nos quais ocorrem transformações que envolvem células animais, vegetais ou microrganismos, ou suas partes.

Deste modo, esse profissional é capaz de atuar em indústrias de alimentos, cosméticos, produtos fermentados, biotecnologia, nas indústrias de açúcar e álcool, de fertilizantes, de vacinas e outros fármacos, de derivados de biomassa; nos setores de polímeros, de meio ambiente; nas áreas administrativa e comercial como engenheiro de produto e de processo; em empresas e laboratórios de pesquisa científica e tecnológica (Ministério da Educação e Secretaria de Educação Superior, 2021).

Diante disso, o Engenheiro de Bioprocessos da Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ) tem formação nas áreas básicas de química, física, matemática, computação e biologia, estando apto a desenvolver e aperfeiçoar produtos e processos baseados no emprego, em escala industrial, de enzimas, microrganismos e células vivas.

Trata-se de um profissional multidisciplinar capaz de utilizar a biotecnologia para produzir substâncias e materiais biotecnológicos estando apto para participar e tomar decisões em todas as etapas do desenvolvimento de um bioprocessos, desde a sua concepção até a obtenção do produto.

Dessa forma, a indústria de alimentos e bebidas é uma das áreas de maior relevância para atuação do engenheiro de bioprocessos, por estar relacionada a formação e competências desse profissional.

A produção de cerveja, por sua vez, é um dos processos dentro da gama de processos da indústria alimentícia, que envolve aspectos biotecnológicos do início ao fim do processo, pois trabalha-se com fermentação, enzimas, análise de qualidade, análise tecno-económica, e operações unitárias como os processos de resfriamento e aquecimento, processos com diferenças de pressão e instalações adequadas.

Deste modo, o presente trabalho traz uma revisão bibliográfica sobre a produção de cerveja artesanal no Brasil e a importância da qualidade nessas micro

cervejarias, a partir da identificação dos processos que possuem maiores riscos de contaminação, na implementação de novas tecnologias e no modo de operação.

2. Objetivo

Caracterizar a estrutura de uma cervejaria artesanal e verificar as etapas passíveis de contaminação durante o processo.

Para tanto, propõe-se como estratégia acompanhar a produção de cerveja, suas etapas, operações unitárias, equipamentos e variáveis do processo a partir de uma revisão na literatura sobre os aspectos teóricos e relatar os processos acompanhados na investigação do caso Backer.

3. Revisão de literatura

3.1. A história da cerveja

Segundo a legislação brasileira, a cerveja é definida como a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura adicionada de lúpulo (SEBRAE, 2017). Por não haver um acordo entre os historiadores sobre a origem dessa bebida (SACHS, 2001), torna-se difícil a precisão em datar a sua origem. Entretanto, estudos indicam que a produção da cerveja teve seu início por volta de 8.000 a.C., na Palestina (AQUARONE et al., 2001).

Vários povos produziam cerveja, cada um da sua maneira, conforme a agricultura local. Na Mesopotâmia, atual Oriente Médio. Em 3500 a.C., consumiam-se um líquido alcoólico resultante da fermentação de diversos cereais como milho, centeio e cevado misturados em água. Na África usavam o sorgo e o milheto. Os chineses, por sua vez, faziam cerveja de arroz e os índios brasileiros fermentavam mandioca. Dessa forma, originou-se diversos estilos de cerveja, que nos acompanham até hoje (PARANHOS, 2017).

No Brasil, as primeiras cervejarias apareceram apenas em 1808 com a chegada da família real, quando comerciantes se instalaram e começaram a vender uma bebida até então desconhecida. Até meados do século XX, ainda havia diversas barreiras nesse mercado, por conta de movimentos contrários ao consumo alcoólico, a indisposição de matéria-prima e as duas grandes guerras mundiais que ocorreram na época. Porém, não foi suficiente para que eles parassem (LIMBERGER, 2013; MEGA et al., 2011).

Segundo Santos (2003), embora o início da produção de cerveja no Brasil não possa ser datado com precisão, o primeiro documento conhecido é um anúncio de venda de cerveja brasileira no Jornal do Comércio do Rio de Janeiro, de 27 de outubro de 1836. A partir de 1860, novas cervejarias surgiram e a produção da bebida aumentou até a Primeira Guerra Mundial, em que não era possível obter malte e lúpulo, oriundos da Europa. Entretanto, apenas entre 1870 e 1880 que se tem a primeira cervejaria que produzia em escala industrial, em Porto Alegre.

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 famosa AMBEV. Hoje, a AMBEV é a empresa que possui o maior número de marcas de cerveja no mundo.

3.2. Produção de cerveja no Brasil

Segundo pesquisa publicada em 2020 pela *Barth-Haas Group*, o Brasil é o 3º maior produtor de cerveja do mundo, atrás apenas de China e Estados Unidos e é um dos setores mais relevantes da economia brasileira. Quanto ao consumo per capita, o Brasil ocupa a singela posição de 24º na lista, com consumo de 68 L por habitante, mostrando um enorme potencial de crescimento (SEBRAE, 2019).

A Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CervBrasil), estipula que a produção nacional seja de aproximadamente 14 bilhões de litros por ano representando 1,6% do Produto Interno Bruto (PIB), com faturamento de R\$ 100 bilhões/ano e geração de 2,7 milhões de empregos.

Um levantamento da Associação Brasileira de Produtores de Lúpulo (Aprolúpulo), mostrou que no último ano o Brasil teve um crescimento de 110% de hectares cultivados para cerveja, em reação ao ano anterior. No ranking de percentual de produtores, Santa Catarina é o estado que tem maior percentual (27%), seguido por Rio Grande do Sul (22%), São Paulo (18%), Paraná (7%), Minas Gerais (6%) e Rio de Janeiro (5%) (gov.br)

Esse aumento reflete o crescente mercado das cervejas artesanais no país, sobretudo nas regiões Sul e Sudeste, que crescem por volta de 20% ao ano, e movimentam um setor que responde por um faturamento de 2 bilhões de reais por ano

3.3. Produção de cerveja artesanal no Brasil

No Brasil a partir do final da década de 80 teve início esse segmento. Chamado nos Estados Unidos de *Craft Brewing*, cervejaria artesanal, e no Brasil é conhecido como “Produção Alternativa de Cerveja”. Os empresários que investem capital neste tipo de empreendimento, não estão preocupados em competir em um mercado global, ou com grandes empresas no mercado doméstico. Concentram-se em oferecer ao consumidor um produto e serviço único, diferenciado e com alto valor agregado (KALNIN; CASAROTTO FILHO; CASTRO, 2002).

As cervejas especiais, também conhecidas como artesanais, premium, superpremium, gourmet, são cervejas dotadas de tributos de diferenciação se

comparadas às cervejas produzidas em larga escala. Essas cervejas são caracterizadas, de modo geral, pelo uso de matéria prima nobre e processos de produção refinados (STEFENON, 2012).

Nesse sentido, as micro cervejarias, com a produção de cervejas artesanais, tem apresentado uma tendência de crescimento nos últimos anos, e projeta-se o alcance de 2% do *market share* (participação de mercado) para os próximos dez anos (SEBRAE, 2014).

Embora a produção nacional de cerveja ainda seja dominada pelas grandes cervejarias, e o mercado cervejeiro seja um mercado altamente concentrado, que tem como líder a empresa AMBEV, o setor de cervejas especiais vem crescendo mais do que o setor das cervejas voltadas para as grandes massas populacionais. À medida que as grandes empresas crescem a uma taxa de 7% ao ano, o segmento das micro cervejarias cresce, em média, a 14% ao ano (MATOS, 2011).

O mercado cervejeiro no Brasil vem se expandido e foi intensificado nos últimos dez anos, mantendo-se em 2020, mesmo diante do cenário da pandemia, conforme mostra a Figura 1.

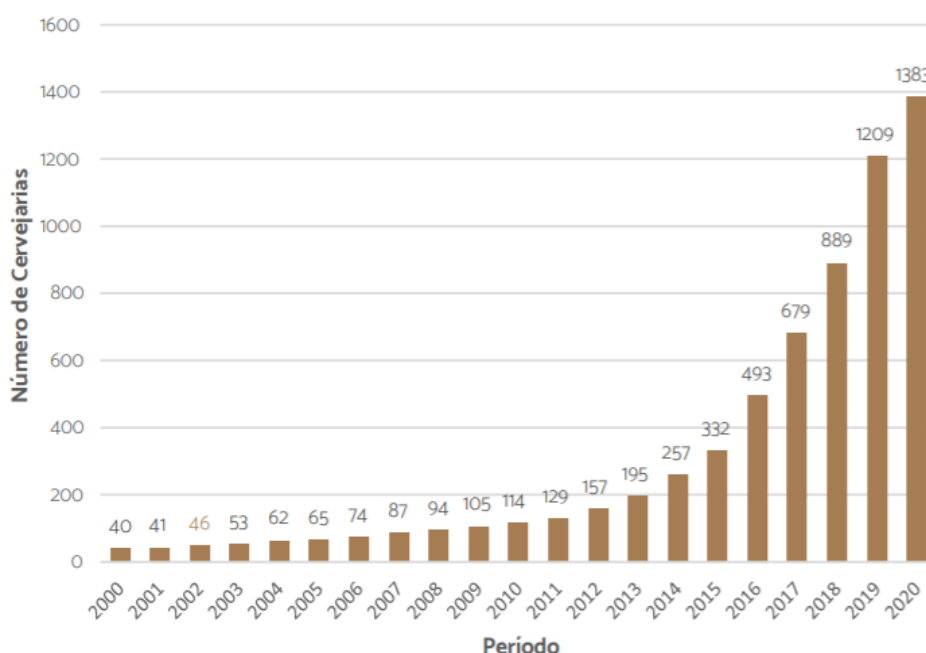


Figura 1 – Número de cervejarias por ano no Brasil

Fonte: MAPA, 2021

Com esse aumento, no último ano, 2020, o Brasil registrou 1.383 cervejarias registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), um

aumento de 14,4% em relação ao ano anterior, segundo o Anuário da Cerveja 2020. A Figura 2 ilustra o registro de cervejaria por Estado.

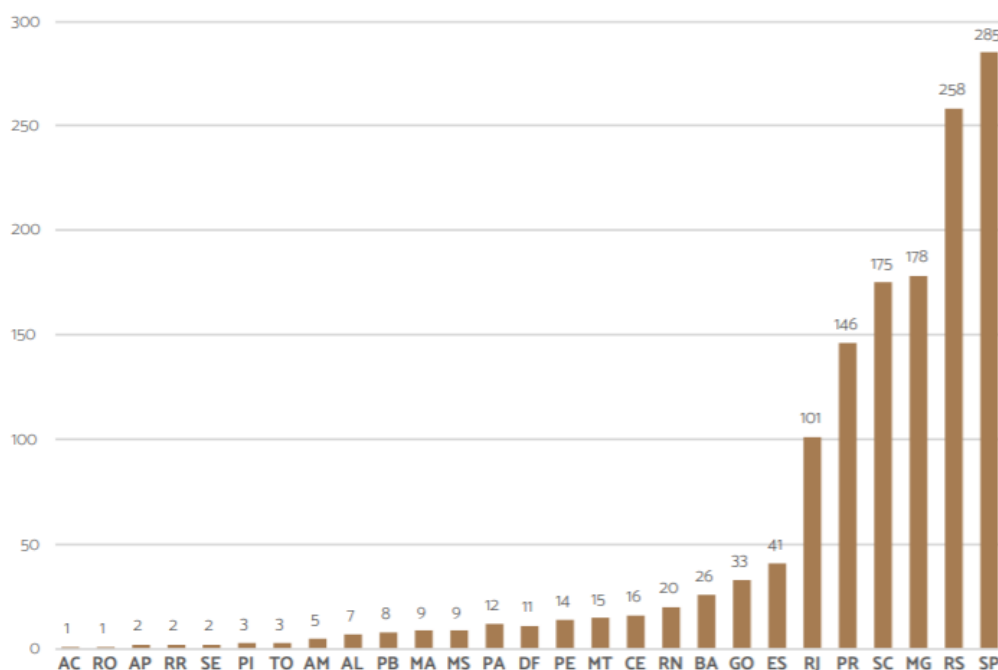


Figura 2 – Registros de cervejarias por Estado

Fonte: MAPA, 2021

E com a abertura da primeira fábrica de cerveja no Acre, pela primeira vez, todos os estados registraram uma cervejaria. Os dados mostram que foram registradas 204 novas cervejarias e outras 30 cancelaram seus registros, o que representa um aumento de 174 cervejarias em relação ao ano anterior, alta de 14,4%.

Os estados com maior crescimento no número de cervejarias em 2020 foram Piauí, com 200% e Paraíba, com alta de 60%. O estado com mais cervejarias registradas continua sendo São Paulo, com 285 estabelecimentos, alta de 18,2% em relação a 2019. Entre os municípios, o destaque para registro de novas cervejarias foi Ribeirão Preto que teve um aumento de 50% e São Paulo com aumento de 44%. O número de municípios com cervejarias chegou a 609, com crescimento de 5% em 2020.

Nesta soma incluem-se apenas os produtos que possuem fabricações próprias, se levar em conta as produções clandestinas (fabricações não registradas), as proporções são bem maiores.

Os dados mostram que as cervejas artesanais estão ganhando cada vez mais espaço no mercado brasileiro, com os mais diferenciados aromas, sabores e ingredientes.

3.4. Legislação

Segundo a legislação vigente no Brasil, pelo decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a lei nº 8.918, de 14/07/1994 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a cerveja é definida como “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”.

O MAPA é responsável pela fiscalização para que as bebidas sejam feitas obrigatoriamente com as suas matérias-primas selecionadas, obedecendo à regulamentação própria. (BRASIL, 2009).

Apenas em 6 de novembro de 2012 começou uma discussão sobre a regulamentação das cervejas artesanais. Em 2013 o projeto de lei nº 5.191/13 veio para estabelecer regras para as cervejas artesanais. Pelo decreto, poderia ser considerado um estabelecimento produtor de cerveja artesanal, aquele localizado em área urbana cuja produção máxima anual não ultrapasse trinta mil litros (GARBIN, 2017). A ideia desse projeto era desmembrar o conceito de cerveja artesanal e definir as instituições que produzem essa bebida, adequando a legislação para permitir o avanço regulamentado deste setor.

O aumento nos investimentos das micro cervejarias já existentes e a ampliação e profissionalização desse mercado mostra que o Brasil passa por um renascimento na forma de consumo da bebida alcoólica mais popular do país e a mais enraizada nos costumes de socialização.

Segundo o Mapa, muitas cervejarias iniciam para consumo próprio e passam a ter distribuição nacional e as vezes destaque internacional, criando um cenário animador para os produtores. Assim, esse segmento tem crescido nos últimos anos cerca de quatro a cinco vezes mais que o segmento das cervejas industriais, sendo

que as macros cervejarias apresentam crescimento médio de 5% ao ano, segundo a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CervBrasil).

Muitas vezes, a degustação da cerveja artesanal está associada à gastronomia, experiência sensorial mais complexa e a uma produção limitada. Tais fatores agregam valor as marcas, que crescem junto com a sofisticação dos gostos do brasileiro (BORGES, 2015).

3.5. Classificações das cervejas

Segundo o Decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009, a cerveja pode ser classificada quanto teor alcoólico, ao extrato primitivo, cor, proporção de malte de cevada e quanto ao tipo de fermentação.

- a) *Quanto ao teor alcoólico*: Pode ser considerada uma cerveja com álcool aquela cujo teor de álcool for maior a 0,5% em volume sendo obrigatório conter o percentual de álcool no rótulo. Já a cerveja sem álcool é aquela cujo teor de álcool for menor ou igual 0,5%, não sendo obrigatória a declaração no rotulo do conteúdo alcoólico.
- b) *Em relação ao extrato primitivo*: A bebida pode ser classificada como leve, comum, extra ou forte. A cerveja leve é aquela cujo extrato primitivo está entre cinco e dez e meio por cento em peso. A cerveja comum possui extrato primitivo maior ou igual a dez e meio por cento e menor que doze por cento. A cerveja extra possui extrato primitivo maior ou igual a doze e menor ou igual a quatorze por cento. Por fim, a cerveja forte é definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior que quatorze por cento em peso (CASA CIVIL, 2009).
- c) *Quanto a cor*: é considerada uma cerveja clara aquela que possui cor correspondente a menos de vinte unidades EBC (*European Brewery Convention*). Uma cerveja escura tem vinte ou mais unidades e a cerveja colorida uma cerveja que apresente coloração diferente do considerado padrão, pela ação de corantes naturais.
- d) *Proporção de malte de cevada*: Pode ser considerada uma cerveja puro malte aquela que possuir o malte de cevada como única fonte de açúcar. A bebida que tiver proporção de malte de cevada maior ou igual a 45% em peso é chamada apenas de cerveja. A cerveja que possuir proporção de

malte de cevada maior que 20% e menor que 55% leva o nome do seu vegetal predominante. Exemplo: cerveja de trigo.

- e) *Tipo de fermentação*: Cervejas de baixa fermentação são cervejas onde o fermento tende a descer para o fundo do tanque no processo de fermentação. Os estilos mais conhecidos dessa família são: Pilsen, American Lager, Vienna, Helles, Bock, Schwarzbier. São consideradas cervejas de alta fermentação aquelas cujo fermento tende a ficar no topo do tanque durante o processo de fermentação. Os estilos mais conhecidos dessa família são: IPA, Weiss, Stout, Porter, Pale Ale, Trippel e Witbier.

Até o século XV, somente a cerveja de alta fermentação era conhecida. Com a necessidade de se produzir cerveja no inverno e armazená-la até o verão, surgiu então a produção de cerveja de baixa fermentação ou fermentação à frio, a qual tem a característica de sabor acentuado, aparência leve e clara, e atualmente corresponde a um expressivo índice de volume de produção mundial da bebida, ultrapassando a soma dos 90% (FERREIRA et al, 2011).

Nas cervejas do tipo Lager, as cepas de levedura são da variedade *Sccharomyces calsbergensis* ou *Saccharomyces uvarum* ativadas entre 9 a 14 °C e se deposita no fundo do fermentador após 7 a 10 dias de fermentação (MORADO, 2009; PRESTES, 2019).

As cervejas de alta fermentação, utilizam leveduras *Sccharomyces cerevisae*, que são ativadas na temperatura média de 22 °C e flutam após a sua fermentação, formando uma espécie de nata em cima do líquido. Produz uma bebida de sabor forte, ligeiramente ácida e com teor alcoólico variando entre 4 a 8% (BORTOLI et al, 2013).

A Tabela 1 apresenta as classificações de cerveja segundo o Decreto nº 6871, de 04 de junho de 2009.

Extrato primitivo (em peso)	leve	comum	extra	forte
	entre 5 e 10,5%	entre 10,5 e 12%	12 a 14%	maior que 14%
Cor (unidades EBC)	Clara	Escura		
	menor que 20	maior que 20		
Graduação alcoólica (em volume)	Sem álcool	Com álcool		
	menor ou igual a 0,5 %	maior que 0,5%		
Proporção de malte de cevada (em peso)	"Cerveja de ..."	Cerveja	Puro malte	
	entre 20 e 55%	maior ou igual a 55%	100%	
Fermentação	de alta	de baixa		
	"Ale"	"lager"		

Tabela 1 – Classificações de cerveja

Fonte: SOUZA; FREITAS (2016)

Na Tabela 2 podem ser observados alguns dos principais estilos de cerveja, sua origem e algumas classificações. Embora hoje exista diversos tipos de cerveja, de maneira geral, o processo de produção da cerveja ainda é o mesmo utilizado desde o início da Idade Média.

TIPOS DE CERVEJA				
CERVEJA	ORIGEM	COLORAÇÃO	TEOR ALCOÓLICO	FERMENTAÇÃO
Pilsen	República Tcheca	Clara	Médio	Baixa
Dortmunder	Alemanha	Clara	Médio	Baixa
Stout	Inglaterra	Escura	Alto	Geralmente Baixa
Porter	Inglaterra	Escura	Alto	Alta ou Baixa
Weissbier	Alemanha	Clara	Médio	Alta
München	Alemanha	Escura	Médio	Baixa
Bock	Alemanha	Escura	Alto	Baixa
Malzbier	Alemanha	Escura	Alto	Baixa
Ale	Inglaterra	Clara e Avermelhada	Médio ou Alto	Alta
Ice	Canadá	Clara	Alto	–

Tabela 2 – Principais estilos de cerveja

Fonte: Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja (2016)

3.6. Etapas de produção

A produção industrial de cerveja é subdividida em dez processos, conforme mostra a Figura 5.



Figura 3 – Fluxograma de produção de cerveja

Fonte: BARBOSA, 2017

A **moagem** é a etapa inicial do processo ao qual se realiza a moagem da matéria prima, o malte, que é produto da germinação dos cereais escolhidos para a fabricação da cerveja (Figura 6). O cereal pode ser oriundo de cevada, trigo, milho, entre outros. Essa etapa tem como finalidade a diminuição dos grãos germinados em partes menores, rompendo a casca e desprotegendo o endosperma. Este processo pode ser realizado em moinhos de disco, de rolo ou de martelo (DRAGONE; SILVA, 2016).



Figura 4 – Grãos de malte moídos Fonte: JUAN, 2013

Seguindo para a **mosturação**, o objetivo deste processo é solubilizar as substâncias do malte diretamente solúveis em água e, com o auxílio das enzimas, solubilizar as substâncias insolúveis. Esse processo é necessário pois as leveduras fermentadoras de cervejas não são capazes de utilizar o amido em sua forma original (responsável por 60% da massa seca), sendo necessário degradar as cadeias do amido a fim de formar açúcares fermentescíveis. (RIBEIRO *et al.*, 2018).

Considera-se o processo da brassagem ou mosturação (Figura 7), como um dos mais complexos na produção cervejeira, devido à ocorrência de inúmeros eventos físicos e bioquímicos (RIBEIRO *et al.*, 2018).



Figura 5 - Brasagem ou mosturação da cerveja

Fonte: SILVA, 2017

A **filtração** é a etapa responsável por separar as partes solúveis das insolúveis (bagaço, massa resultante da aglutinação da casca com os resíduos do processo). O mosto flui pela tina, sendo filtrado pelas cascas ao fundo da tina. Em seguida, são lavadas as cascas que serviram como filtro, promovendo melhor rendimento do açúcar que fica preso no bagaço (OETTERER *et al.*, 2006).

Só então o mosto é recirculado no tanque até ficar límpido. Posteriormente é feita a lavagem dessas cascas por passagem de água aquecida a 75 °C, etapa de fervura, nas próprias peneiras de coleta, visando à retirada do máximo de açúcar e objetivando se obter o maior extrato (KUNZE, 2010).

A **fervura** é a etapa encarregada pela esterilização do mosto, concentração e evaporação de substâncias indevidas no mosto. É nessa etapa que ocorre a esterilização do mosto em razão das altas temperaturas seguidas. A esterilização do

mosto é importante, pois pode haver microrganismos indesejáveis, como as leveduras selvagens, bactérias, fungos e mofos (SILVA, 2016).

Essa etapa também é responsável por formar uma parte dos sabores e aromas da cerveja, pois há extração de compostos amargos do lúpulo, formação de substâncias que irão contribuir para o sabor e o aroma da cerveja (KUCK, 2008). Esse processo dura entre 60 a 90 minutos e não pode ser muito longo, pois a reação de escurecimento não enzimático (Reação de *Maillard*), que intensifica a cor do mosto, pode ter efeito negativo, de modo a se perderem características de cor e sabor que eram desejáveis (REITENBACH, 2010).

Ao final da fervura, o lúpulo usado e as matérias, coagulados, denominados de *trub*, são depositados no fundo da panela de fervura. É importante retirar o *trub*, pois esses materiais, ao serem fermentados, dão origem a sabores aguados e estranhos à cerveja (VENTURINI FILHO e CEREDA, 2001).

Para tornar mais rápida e eficiente a decantação dos materiais em suspensão, bem como para favorecer a formação de conglomerados sólidos compostos por proteínas coaguladas e outras partículas, é realizado o **resfriamento** do mosto, bem como uma movimentação (técnica chamada de *whirlpool*, ou hidromassagem) (MATOS, 2011).

Essa técnica consiste em girar o mosto na panela e em seguida deixá-lo em repouso por alguns minutos, fazendo que os sólidos em suspensão se sedimentem e vão para o fundo da panela, contribuindo com a separação do mosto quando transferido para o fermentador. (PALMER, 2006).

O resfriamento é muito importante para o processo da cerveja, quanto mais rápido o resfriamento, menor a chance de contaminação e considera-se melhor a qualidade da cerveja. O resfriamento rápido tem como vantagem a sedimentação das proteínas para o fundo da panela, o chamado Cold Break, evitando a transferência das proteínas para o fermentador, diminuindo a turbidez da cerveja. Já o resfriamento lento terá sedimentação parcial das proteínas, conhecido como *Chill Haze*, que resulta em uma característica estética da cerveja notada pela turbidez. (DINSLAKEN, 2016).

Para a etapa de resfriamento, o equipamento mais utilizado é o *chiller*, um trocador de calor eficiente para essa etapa. É um tubo que pode ser de alumínio, cobre ou inox, enrolada em formato cilíndrico que é adicionado no mosto quente. Em um lado do tubo entra água fria, que troca calor com o mosto, e a água quente sai pelo

outro lado do tubo (DINSLAKEN, 2016). Antes do seu uso é necessário fazer uma esterilização, para evitar qualquer tipo de contaminação na cerveja. A Figura 8 ilustra esse processo.



Figura 6 – Etapa de resfriamento da cerveja

Fonte: DINSLAKEN, 2016.

A **fermentação** é classificada como uma das etapas principais no processo cervejeiro. Ela ocorre por ação das leveduras ou fermento cervejeiro. O manuseio desses microrganismos requer uma maior atenção de forma a manter constante sua pureza e vitalidade, aumentando sua durabilidade. (BREDA, 2010).

As espécies *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces pastorianus* são as principais leveduras responsáveis pela fermentação do mosto da cerveja. Nessa etapa, o oxigênio injetado no mosto antes da inoculação do fermento é consumido e produz alguns ácidos carboxílicos insaturados e esteróis, que atuam na síntese da membrana celular, para crescimento celular das leveduras. Esses microrganismos por sua vez, catabolizam os açúcares simples seja por via metabólica respiratória ou por via fermentativa.

Durante essa etapa há transformação dos açúcares fermentescíveis em etanol e gás carbônico sob condições anaeróbicas, além da síntese de compostos de aroma e sabor característicos de cerveja.

No início do processo, com presença de oxigênio, os microrganismos fermentadores oxidam as moléculas simples de açúcar e produzem gás carbônico, água e energia. À medida que o oxigênio vai sendo consumido e se esgota as leveduras passam a utilizar uma nova via metabólica: a via fermentativa, produzindo duas moléculas de etanol, duas de gás carbônico e energia a partir de uma molécula

de glicose. Após esse processo a cerveja passa por um processo de maturação (BORTOLI *et al.*, 2013).

Para as cervejas de baixa fermentação, a temperatura ideal é de 8 a 11°C e a fermentação dura de cinco a sete dias. Para as cervejas de alta fermentação a temperatura ideal varia de 18 a 22°C e essa etapa decorre em três a cinco dias (BRUNELLI, 2012).

Industrialmente, a fermentação ocorre em tanques fechados, revestidos por uma camisa externa que permite a passagem de fluído refrigerante (amônia ou etileno glicol) para manter o sistema na temperatura desejada, que pode variar. Em produções artesanais o controle de temperatura é realizado em geladeira, em salas climatizadas, em temperatura ambiente, entre outras técnicas. O principal objetivo da fermentação é obter cervejas com as características sensoriais, químicas e físico-químicas desejadas (MATOS, 2011).

A fermentação descrita anteriormente também é chamada de primária, tendo como produto a cerveja verde. A maturação é considerada como uma segunda fase da fermentação ou fermentação secundária, resultando em cerveja pronta, final ou acabada (BRIGGS *et al.*, 2004). A **maturação** é um processo de aperfeiçoamento dos aromas e sabores da cerveja, que começa logo após o fim da fermentação primária e continua até depois do envase da cerveja (SILVA, 2016).

Esse processo tem como objetivo o início da fase de clarificação através da sedimentação de substâncias que causam a turbidez da cerveja, além de ter melhora no sabor e odor da bebida pela redução da concentração de determinadas substâncias. A maturação é importante ainda para evitar que ocorram oxidações que podem afetar sensorialmente a cerveja, e aumentar a quantidade de gás carbônico inserido na bebida (ZUPPARDO, 2010).

Durante o período da maturação a cerveja é mantida a temperatura próxima de 0°C e as leveduras que ainda restam em suspensão terão sua atividade reduzida. Essa etapa pode acontecer em tanques ou dentro da garrafa (CARVALHO, 2007).

A **segunda filtração** visa retirar o material sólido que fica em suspensão após a maturação, como substâncias coloidais e células de leveduras, que deixam o líquido livre de turbidez (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

A maioria das cervejas são tratadas antes ou após o engarrafamento, para que haja eliminação de leveduras ou bactérias. Essa etapa é feita por **pasteurização**.

Essa etapa ocorre por um curto aumento da temperatura em bebidas a uma temperatura que causa destruição de esporos patogênicos. Durante a pasteurização, as bebidas são esterilizadas.

A pasteurização é um processo que permite durabilidade dentro dos padrões adequados, promovendo ações com impacto direto nas propriedades sensoriais e estabilidade química da cerveja. A cerveja já envasada passa pelo interior de túneis pasteurizadores atingindo alta temperatura de 60°C e mantida nessa temperatura com objetivo de garantir a morte de microrganismos deteriorantes. Em seguida, é submetida à baixa temperatura, sofrendo um drástico resfriamento (MEGA et. al., 2011).

A cerveja sofre o tratamento térmico de pasteurização, através de trocadores de calor, antes do envasamento, ou por túneis após o envasamento.

A última fase da produção da cerveja é o **envase** que consiste no seu acondicionamento em recipientes apropriados. No seu decorrer, é necessário minimizar o contato da cerveja com o oxigênio, ferro e cobre, com o objetivo de assegurar que a bebida conserve as suas qualidades de limpidez, gosto e aroma por um longo período (LIMA e FILHO, 2011).

A bebida envasada em garrafas de vidro e latas de alumínio são enviadas à pasteurização, sendo então denominada cerveja. A bebida envasada em barril não passa por este processo, sendo denominado de chope, um produto de menor vida de prateleira, devido à ausência deste processo (MARTINS et al, 2014).

O enchimento é feito em contrapressão com CO₂ de modo a evitar a formação de espuma e expulsar o O₂ contido na embalagem, que pode deteriorar a cerveja em termos físico-químicos (oxidação) ou microbiológicos (FERNANDES, 2012). Nesse processo deve-se ter grande cuidado com possíveis fontes de contaminação, perda de gás e contato da cerveja com oxigênio, pois podem comprometer a qualidade do produto.

Esse processo confere maior estabilidade microbiológica ao produto. Uma filtração feita adequadamente, com ausência de oxigênio no processo de engarrafamento, utensílios assépticos e pasteurização realizada de maneira correta garantem a estabilidade biológica do produto (CARVALHO, 2007).

3.7. Equipamentos utilizados em uma cervejaria

Todos esses processos descritos anteriormente e, portanto, o funcionamento de uma cervejaria, é fundamentado em alguns equipamentos que exigem estabilidade físico-química (CURSOS CPT, 2021). São eles:

1. Moinho: responsáveis por moer o malte. Composto por dois cilindros que podem ser ajustados dependendo do tipo de malte;
2. Caldeiras: é responsável pela fervura do mosto;
3. Tanques de fermentação, maturação e cerveja filtrada: equipamentos que acondicionam e controlam as etapas mencionadas;
4. Filtro de cerveja: responsável pela operação unitária de remover sólidos do líquido;
5. Envasamento de cerveja: equipamentos responsáveis pela lavagem, enchimento e selagem das garrafas.
6. Área de utilidades: local onde ficam equipamentos essenciais para o funcionamento dos processos. Essa área é composta por: Gerador de vapor; gerador de água gelada; e compressor de ar.

3.8. Fermentação alcoólica

O ponto central e importante para produção de qualquer bebida alcoólica é o processo fermentativo, que tem como principal objetivo a conversão de açúcares em etanol e gás carbônico pela levedura em condições anaeróbicas. Para que ocorra a fermentação, o metabolismo das leveduras é influenciado e controlado por alguns fatores importantes, como a fisiologia celular, viabilidade, tolerância ao stress (principalmente devido a diversas faixas de temperatura e mudanças de pH), disponibilidade nutricional (quantidade e concentração de nutrientes essenciais), temperatura, pH, densidade do mosto e oxigênio dissolvido (MEGA *et al.*, 2011).

Dessa forma, existem condições específicas de pressão osmótica, temperatura, pH, oxigenação, espécie e concentração inicial adequada da levedura (inóculo) que precisam ser controladas durante o processo de fabricação da cerveja, pois são parâmetros primordiais para a qualidade e o rendimento da fermentação alcoólica (MEGA *et al.*, 2011).

Como descrito anteriormente, o processo da fermentação alcoólica é caracterizado por uma via catabólica, onde ocorre a quebra de moléculas de açúcar

(glicose ou frutose) por meio de leveduras ou bactérias, formando etanol e CO_2 , com liberação de energia.

A via catabólica ocorre através da glicólise, no qual uma molécula de glicose é quebrada em duas moléculas de ácido pirúvico e o piruvato é o produto da degradação, o qual pode seguir diferentes vias metabólicas: fermentação alcoólica, láctea, respiração no ciclo de Krebs e cadeia respiratória. Na fermentação alcoólica, o piruvato é descarboxilado através da enzima piruvato descarboxilase, gerando CO_2 e NADH. Ao reoxidar moléculas de NADH, através do álcool desidrogenase, o acetaldeído é convertido em álcool etílico (ERNANDES, GARCIA-CRUZ, 2009), conforme ilustra a Figura 9.

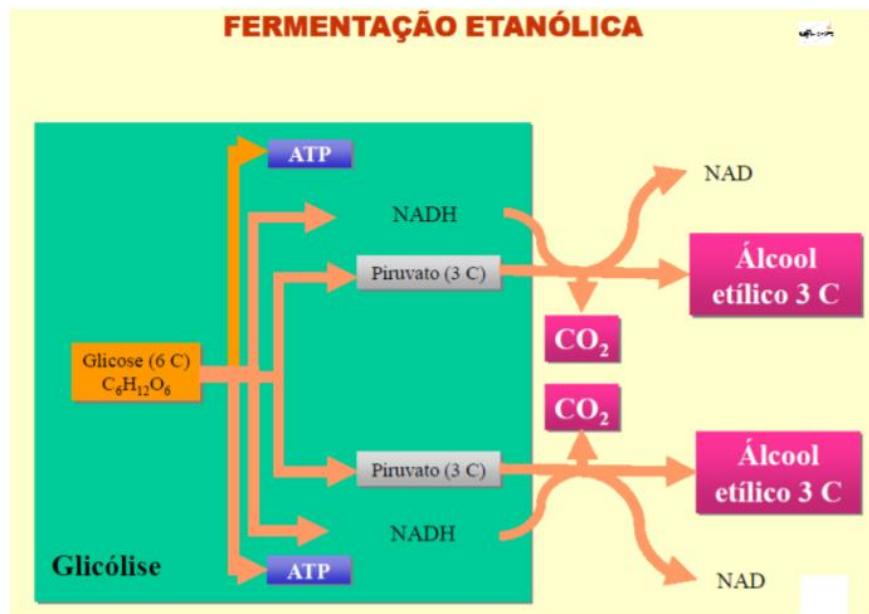


Figura 7: Fermentação Alcoólica

Fonte: MTA UFSCAR, 2012

Em relação ao processo de crescimento das leveduras, esse pode ser dividido em fases: adaptativa (lag), exponencial (log) e estacionária, conforme ilustra a Figura 10.

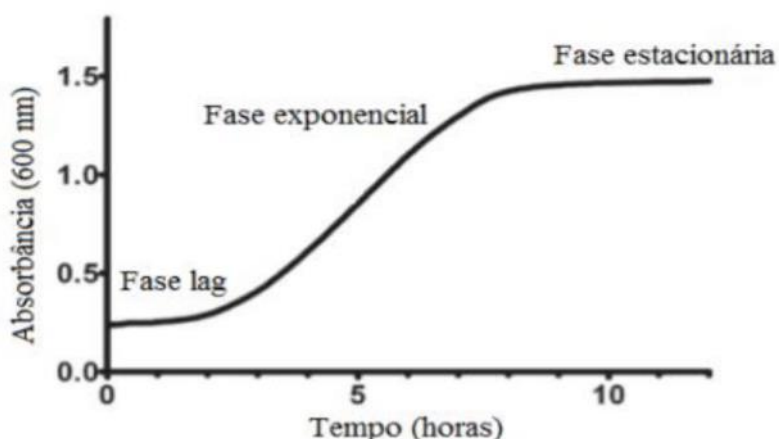


Figura 8: Curva de crescimento de levedura durante processo fermentativo, lida em 600 nm em espectrofotômetro

Fonte: SUHRE, 2014

Durante a **fase lag**, as leveduras estão se adaptando às condições do ambiente para dar início à multiplicação celular; o controle de temperatura e da taxa de inoculação são importantes nessa etapa, além do controle pH do mosto, que deverá estar entre 4 e 5 (SUHRE, 2014).

Durante a **fase exponencial**, ocorre a maior multiplicação celular. Nessa fase, a levedura se multiplica utilizando as reservas de glicogênio e o oxigênio disponível. Converte então os açúcares do mosto em etanol, gás carbônico e outros compostos aromáticos. Cada levedura tem sua característica específica e a quantidade de nutrientes do mosto determina a obtenção do teor alcoólico desejado bem como as características sensoriais da bebida (SUHRE, 2014).

Por fim, tem-se a **fase estacionária**, no qual o crescimento das leveduras se iguala ao número de células que morrem, diminuindo a atividade fermentativa. Nessa etapa que ocorre o amadurecimento da cerveja e a obtenção dos aromas desejados (SUHRE, 2014).

3.9. Insumos

A lei de pureza alemã (*Reinheitsgebot*) de 1516 determina que para fabricar cerveja apenas três ingredientes são permitidos: água, malte e lúpulo. Na época, os

alemães ainda não conheciam a levedura, a qual certamente incluiríamos nessa lei se fosse feita atualmente.

Dessa forma, esses ingredientes são considerados como a “fórmula básica” da produção de cerveja e tanto a água quanto o malte e o lúpulo têm sua seleção de acordo com o resultado que se deseja.

- a) **Água:** A água é o insumo majoritário da cerveja e corresponde a mais de 90% da matéria-prima empregada na fabricação (AMBROSI, 2012). Por isso, os sais dissolvidos na água e os compostos orgânicos que podem estar presente influenciam na qualidade da cerveja, uma vez que podem influenciar diretamente os processos químicos e enzimáticos (FILHO, 2010). A principal informação que o cervejeiro deve saber é o pH da sua água. O pH é uma escala que vai de 0 (ácido) até 14 (alcalino), sendo 7 o valor neutro. O controle sobre o pH da água é fundamental, pois um pH alcalino poderá ocasionar a dissolução de materiais existentes no malte e nas cascas, o que é indesejável no processo. Por esse motivo, muitas cervejas desenvolvem características de acordo com sua localização geográfica, em função da água local. Por exemplo: cervejas tipo Pilsen estão associadas à água pobre em cloretos, sulfatos, bicarbonatos de cálcio e magnésio (ROLIM *et al.*, 2016).
- b) **Lúpulo:** É uma erva aromática, sendo uma planta de difícil cultiv, típica de clima frio e com abundância de luz solar (OLIVEIRA, 2011). Para a fabricação de cerveja, são utilizadas apenas as flores fêmeas da planta, que é dioica, ou seja, possui flores femininas e masculinas. O lúpulo é considerado o “tempero” da cerveja. Ele contribui para o amargor, aroma e sabor da cerveja (DRAGONE e SILVA, 2010). O lúpulo (como pode ser observada na Figura 11) pode ser comercializado na forma de flores secas, em pellets e como extrato, sendo os dois últimos mais concentrados e facilmente armazenados e manipulados (VENTURINI FILHO, 2001).



Figura 9– Flores fêmea de lúpulo

Fonte: BARTH, 2013

c) Malte: O malte é a matéria-prima resultante da germinação, sob condições controladas, de qualquer cereal (cevada, arroz, milho trigo, sorgo etc). O malte utilizado em cervejarias é de cevada (Figura 12) (DRAGONE e SILVA, 2010). O malte é fundamental na fabricação de cerveja por ser o responsável pela cor e corpo (densidade) da cerveja, atuando também na composição do sabor e aroma entre outros atributos sensoriais. O malte irá originar os açúcares fermentescíveis pelas leveduras, que irão produzir o álcool da cerveja. Além disso, é o principal responsável pela cor da cerveja, aromas, sabor, entre outros atributos sensoriais da cerveja (MATOS, 2011).



Figura 10– Grão de cevada (a) Grãos de cevada maltada (b) grãos de cevada triturados para mosturação. Fonte: BARTH, 2013

- d) Levedura: A levedura é um microrganismo que consome os açúcares presentes no mosto e libera álcool e gás carbônico. Algumas cepas de levedura produzem também ésteres, que dão um acabamento à cerveja. Basicamente, existem dois tipos de levedura cervejeira: *Saccharomyces cerevisiae* para as de alta fermentação (ALE) e *Sccharomyces calsbbergensis* ou *Saccharomyces uvarum* para as de baixa fermentação (LAGERS).

3.10. Cerveja industrial x cerveja artesanal

Muitos são os aspectos que diferenciam a cerveja industrial da cerveja artesanal. Cerveja artesanal em geral, são cervejas mais bem cuidadas em suas produções, com aromas e sabores detalhados, visando um produto com maior qualidade, geralmente feitas com ingredientes selecionados e não sendo aceito nenhum tipo de conservantes, produzidas com mais detalhes e cuidados quando comparada à industrializada que é feita em grande escala para alta distribuição (DINO, 2015; IBANEZ, 2017).

O processo de produção, a garrafa, os rótulos e outros detalhes fazem com que a cerveja artesanal seja cada vez mais apreciada por um público mais exigente e por isso, geralmente, as cervejas artesanais são associadas diretamente às experiências gastronômicas mais ricas e complexas. A análise de uma cerveja comum costuma abranger unicamente o gosto da bebida, enquanto a cerveja artesanal passa também por uma análise olfativa e visual. (DINO, 2015).

Dentre eles, uma das principais refere-se à quantidade. A cerveja industrial é produzida em grande escala, enquanto a artesanal é feita em menor escala.

Outra grande diferença entre as duas cervejas refere-se à qualidade. Segundo Hindy (2015), na década de 80 surgiu um movimento chamado “A Revolução da Cerveja artesanal”, com início nos Estados Unidos com a aparição das micro cervejarias, que trouxeram novamente a qualidade que foi perdida na produção da cerveja massificada. Esse movimento espalhou-se pelo mundo, opondo-se à produção de cerveja em grande escala, surgindo grupos que valorizam o micro levando em conta o consumo pelo prazer e pelo lazer. (GARBIN, 2017).

Estudos mostram também que a fim de diminuir os custos de produção, facilitando a chegada do produto ao consumidor final a um preço relativamente baixo,

é comum nas grandes cervejeiras a utilização de apenas 60% de malte, acrescentando outros tipos de cereais à mistura.

Já a cerveja artesanal, ainda costuma seguir a Lei da Pureza Alemã, que postula somente a utilização de água, lúpulo e cevada e algumas vezes tem seus ingredientes nobres e selecionados, muitas vezes trazidos de países europeus, que se destacam no cultivo da matéria-prima cervejeira.

Além disso, não é adicionado nenhum produto químico e/ou conservante para fermentar, maturar e conservar a cerveja; o processo acontece sem pressa e naturalmente. Por isso, por ser diferenciada, a cerveja artesanal torna-se mais cara, pois “vale o que custa”, mas atende às expectativas dos paladares mais exigentes e surpreende os que a desconhecem (Cervejaria Edelbrau).

3.11. Consumo de cerveja

O segmento de cerveja tem sido pesquisado por diversos autores, e alguns conhecimentos dos hábitos já foram analisados.

Na segunda década dos anos 2000, foi percebido um aumento na fabricação da cerveja artesanal. O consumidor ao se dirigir na seção do supermercado que se destina à venda da bebida se depara com uma gama de marcas e sabores diversificados e com especificidades bastante peculiares. Há disponível, para o consumidor, diversas marcas de cerveja que se propõem a produzir sabores e aromas diferenciados à bebida (Souza *et al.*, 2017)

Conforme dito anteriormente, também tem crescido o número de pessoas, que possuem suas profissões e estão inseridas no mercado de trabalho, mas estão se propondo a estudar sobre a fabricação de cerveja para degustação própria.

Souza *et al.*, 2017, realizaram um estudo com pessoas que apesar de terem outras profissões, dedicam seu tempo a fabricação de cerveja, apenas fins de degustação ou hobby. Em relação ao sexo: dentre os entrevistados 90,9%, são do sexo masculino e 9,1% do sexo feminino. Isto demonstra que a fabricação e produção de cerveja artesanal, neste grupo, é mais fortemente praticado por homens, levando a entender que as mulheres ainda estão começando a entrar de fato nessa atividade.

3.12. Produção de cerveja artesanal

Existem várias formas de se classificar as cervejas. Uma delas diz respeito à sua produção, que pode ser industrial ou artesanal.

Classifica-se como cervejas artesanais, aquelas cuja cervejarias responsáveis não possuem relação de capital com grandes grupos cervejeiros. Além disso, as micro cervejarias primam pela qualidade de suas receitas e retomam centenárias tradições de pureza e métodos de confeccionar seus produtos, o que atrai um tipo de consumidor distinto daqueles que apenas consomem as marcas de cerveja, conferindo às marcas de pequenas cervejarias um status diferenciado, segundo Perez, 2008.

O Brasil está tendo uma crescente nesse setor: de acordo com a Abracerva, são cerca de 300 micros cervejarias em território nacional, sobretudo nas regiões Sul e Sudeste, que crescem por volta de 20% ao ano, e movimentam um setor que responde por um faturamento de 2 bilhões de reais por ano (DELIBERALLI, 2015).

Esse aumento no consumo de cervejas artesanais fez crescer também o interesse pela produção de lúpulo nacional. Para atender a essa demanda, nos últimos anos, produtores brasileiros iniciaram o cultivo de lúpulo no país, já que a indústria cervejeira importa quase 100% dessa matéria-prima. Dados extraídos da plataforma Comex Stat, do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), apontam que, em 2020, o Brasil importou 3.243 mil toneladas do insumo, o equivalente a US\$ 57 milhões¹ (gov.br, 2021).¹

3.13. Cervejaria e impactos causados pela pandemia

Segundo dados da CervBrasil de 2019 para 2020 houve um crescimento de 14,4%, de 1209 cervejarias em 2019 que passou à 1383. Esse valor estaria abaixo do cenário menos otimista de projeção (19%) que resultaria em 1439 estabelecimentos produtores de cerveja no Brasil.

Entretanto, os possíveis impactos, causados pela pandemia ainda não puderam ser verificados, apesar de notar-se alguns cancelamentos de registros. Isso porque o registro é válido por 10 anos e autoriza o funcionamento do estabelecimento produtor de bebidas por este período, e em alguns casos, a cervejaria pode encerrar

¹ Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/08/mercado-cervejeiro-cresce-no-brasil-e-aumenta-interesse-pela-producao-nacional-de-lupulo-e-cevada> Acesso em: 22/10/2021.

suas atividades sem comunicar ao MAPA, sendo o fechamento percebido apenas após a fiscalização atuar no local.

No levantamento anterior havia sido verificado um crescimento no número de estabelecimentos, com taxa de crescimento média de 19,6% nos últimos vinte anos, 26,6% no período dos últimos dez anos e 36,4% no período de cinco anos. A Figura 13 apresenta a projeção de crescimento de cervejarias 2020-2025

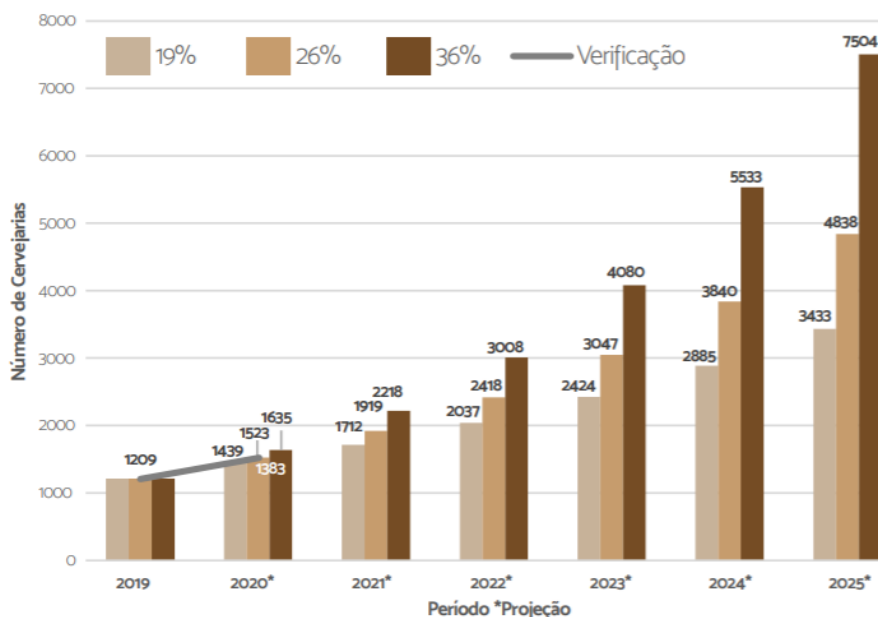


Figura 11 – Projeção de crescimento das cervejarias entre 2020-2025 e verificação de 2019 e 2020

Fonte: MAPA, 2021

Conforme exposto, as cervejas artesanais vêm ganhando força no mercado, esse fato é demonstrado com o número de cervejarias que aumenta a cada ano, pois os consumidores estão cada vez mais interessados em descobrir novos sabores de cervejas.

Essas transformações são mundiais e podem estar relacionadas com às mudanças no comportamento do consumidor, ao acirramento da concorrência e ao crescimento da importância dos canais de distribuição. O perfil dos consumidores também tem sofrido mudanças, uma vez que estão cada vez mais seletivos quanto ao que consomem e mais céticos em relação à propaganda e ao marketing tradicional (SAMPAIO, 2003). Por uma série de fatores, o autor afirma que, guardadas as proporções e diferenças entre os mercados, estamos vivendo na era do consumidor consciente.

Para esse consumidor considerar um produto bom para a compra, ele deve atender a três requisitos básicos: ter boa qualidade, vantagens em termos de custo/benefício e ser pertinente com a propaganda em vigor (SAMPAIO, 2003).

De maneira geral, o segmento de cerveja artesanal tem perfil sensorial muito mais complexo se comparada às cervejas produzidas em escala industrial por oferecer sabor diferenciado e ao mesmo tempo dispensar o consumo exagerado do produto. Esse ramo de cervejaria conquista cada vez mais adeptos que estão dispostos a pagar mais por um produto melhor e que também estão em busca de uma qualidade de vida melhor, preferindo pagar mais e consumir menos (BELTRAMELLI, 2012).

3.14. Controle de qualidade na indústria alimentícia

Nas indústrias de alimentos e bebidas, é de suma importância que se tenha um rigoroso controle de qualidade, garantindo a segurança alimentar necessária à fabricação e comercialização desses produtos. Para evitar perda econômica das fábricas e a intoxicação dos consumidores através da ingestão de um produto contaminado, os empreendimentos devem adotar ferramentas operacionais que garantam a qualidade das especificações adequadas para o processo produtivo.

No âmbito das cervejarias, esses sistemas devem ser autorizados e validados pelo MAPA (SEBRAE, 2017). No Brasil a resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002, exige a qualquer empresa do ramo alimentício a utilização de dois sistemas focados na qualidade: as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e os Procedimentos Operacional Padrão (POP). Outro sistema utilizado como ferramenta de controle de qualidade nas indústrias alimentícias é a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). (ANVISA, 2002).

Para o cenário cervejeiro existem pontos críticos no processo. Por exemplo, é de extrema importância a sanitização e limpeza adequada de equipamentos, de forma a trazer uma condição desfavorável à proliferação de microrganismos indesejáveis à produção. A realização desse procedimento pode ser efetuada através de dois métodos sanitizantes, aquecimento ou adoção de produtos químicos, por exemplo álcool 70%, idofor ou ácido peracético (ROSENTHAL, 2018).

Além da sanitização de equipamentos, há outros pontos que também devem ser controlados, tais como: instruções de higienização pessoal, armazenamento adequado dos insumos e limpeza correta dos utensílios e da área produtiva.

3.15. Controle de qualidade em cervejarias

Algumas leis regem e regulamentam os padrões sanitários e higiênicos que devem ser seguidos pelos estabelecimentos que trabalham com processamento de alimentos, desde manipulações, transporte e distribuição.

No segmento de bebidas o MAPA é o órgão responsável pela fiscalização dos estabelecimentos produtores de cerveja (FERNANDES, 2012).

As principais características para a ausência de crescimento microbiano na cerveja são: baixos níveis de pH (entre 3.9 e 4.4), presença do etanol, dióxido de carbono elevado, baixo teor de oxigênio $< 0,1$ ppm, e da ausência de componentes nutricionais primordiais para o crescimento microbiano. Porém, algumas espécies de bactérias ainda podem se multiplicar e ocasionar turbidez e outras características sensoriais indesejadas, prejudicando a qualidade da bebida. Por isso, é necessário o estudo dos microrganismos deteriorantes ao longo do processo, a fim de garantir a qualidade do produto e identificar em quais etapas do processo de fabricação da bebida pode ocorrer a contaminação (DRAGONE *et al.*, 2007; VRIESEKOOOP *et al.*, 2013).

A fim de evitar a proliferação de microrganismos contaminantes, o ambiente onde a bebida é produzida deve ser bem higienizado, os equipamentos e o contato humano direto com a bebida devem ser o mínimo possível e com a utilização de equipamentos de proteção para que bactérias patogênicas humanas não possam entrar em contato com a bebida. Os tanques da sala de preparo do mosto, as garrafas e barris retornáveis necessitam de uma atenção especial e devem ser higienizadas adequadamente. Na sala de envase os micro-organismos presentes no ar podem contaminar a cerveja até mesmo durante o transporte das garrafas vazias (DRAGONE *et al.*, 2007).

A ação dos microrganismos é ocasionada principalmente devido a falhas no processo principalmente relacionados armazenamento e qualidade dos grãos, processos de sanitização e limpeza, cuidados dos operadores, gerenciamento

inadequado da levedura, erros no processo de filtração, envase e pasteurização (DRAGONE *et al.*, 2007).

A contaminação bacteriana durante a produção da cerveja pode ocasionar danos ao produto. Bactérias Gram-positivas são os microrganismos contaminantes predominantes nesse tipo de segmento (DE PAULA *et al.*, 2007). E vários podem ser os pontos onde ocorre contaminação microbiana (Figura 14).

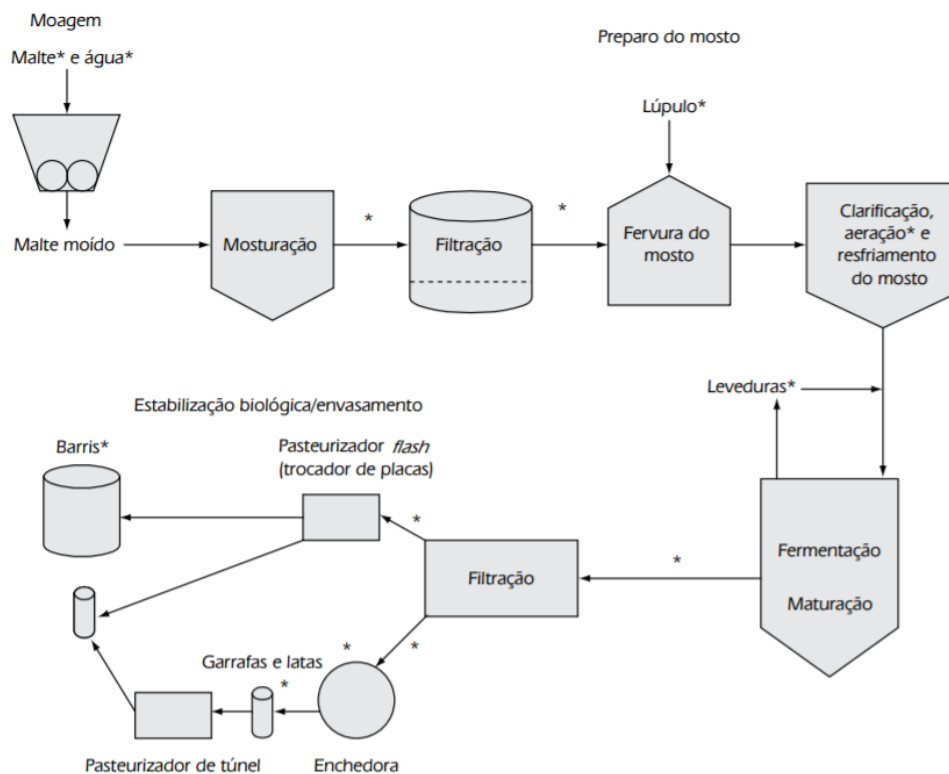


Figura 12: Fluxograma do Processo de fabricação da cerveja. *Pontos onde podem ocorrer contaminação microbiológica.

Fonte: DRAGONE *et al.*, 2007.

Conforme mostra a figura 14, as matérias primas e os tanques da sala de preparo do mosto são potenciais pontos de contaminação microbiana. As embalagens retornáveis também podem apresentar elevada contaminação, pois podem conter restos de cerveja onde pode ter ocorrido multiplicação microbiana durante longos períodos. No entanto, todos os pontos de contato com garrafas limpas ou cheias, porém destampadas, também são possíveis fontes de contaminação.

Além disso, microrganismos presentes no ar podem contaminar a cerveja na sala de envasamento durante o transporte das garrafas vazias, desde a lavadora de

garrafas até a enchedora e a partir da enchedora até o local onde a garrafa é tampada (VAUGHAN *et al.*, 2005).

Os contaminantes são divididos em dois grupos: Contaminantes primários provêm das matérias primas e dos recipientes, e contaminantes secundários são aqueles oriundos durante o engarrafamento, o armazenamento ou preenchimento de barris. Cerca de metade dos problemas documentados podem ser atribuídos a contaminações secundárias, porém, as consequências das contaminações primárias podem ser consideradas mais graves com a perda potencial da bebida (RIBEIRO *et al.*, 2018).

Outro parâmetro importante para garantir a qualidade é que seja mantido durante o processo um rigoroso controle da fermentação, ficando atento a todos os fatores internos e externos anteriormente citados e à fisiologia da levedura (SHURE, 2014).

Para estabilizar a microbiota da cerveja e garantir a segurança alimentar, as indústrias usam a pasteurização térmica, o que pode alterar a qualidade do produto devido o processo de oxidação e consequente mudança de cor e sabor. O objetivo desse processo é eliminar microrganismos comuns que deterioram os alimentos, espécies diferentes da utilizada na produção cervejeira, que são, portanto, contaminantes (PEÑA-GÓMEZ, RUIZ-RICO, *et al.*, 2019).

Além disso, é importante ter o controle para evitar contaminações por mico toxinas (metabólitos tóxicos secundários produzidos por fungos). O risco de contaminação é maior em cervejas artesanais, uma vez que em diversas etapas do processo são adicionados alguns componentes (PETERS, *et al.*, 2017).

3.16. Estudo de caso – Cervejaria Backer

Criada pelos irmãos Lebbos em 1999 na capital mineira , Belo Horizonte, a Backer®, foi a primeira cerveja artesanal mineira e era reconhecida internacionalmente pelas conquistas de prêmios importantes de cervejas artesanais, desde 2011. Visando uma expansão e melhoria nos processos produtivos e lucros, em 2014, a Cervejaria Backer investiu em torno de R\$ 6 milhões na implantação melhorias (MENDONÇA, 2020).

Porém, no final de 2019 ocorreu um evento de contaminação durante o processo de fabricação de um produto da empresa. No dia 15 de janeiro de 2020, o

MAPA encontrou na água de resfriamento do mosto as substâncias monoetilenoglicol e dietilenoglicol, consideradas suspeitas na intoxicação de 34 vítimas que consumiram a cerveja (ALVES, 2020; QUINTELLA e AYER, 2020).

A causa responsável para a ocorrência deste acidente foi um vazamento do sistema de refrigeração (*chiller*) em um dos tanques de armazenamento que permitiu o contato da cerveja com uma substância anticongelante. O fluido refrigerante utilizado no processo para resfriar o tanque, dietilenoglicol (DEG), é um composto orgânico extremamente tóxico que pode ocasionar insuficiência renal e hepática, transtornos neurológicos e pode levar à morte (RICCI, 2020; ZUBA, 2020).

As vítimas que ingeriram a substância, apresentaram problemas neurológicos e insuficiência renal aguda, sendo que os sobreviventes tiveram sequelas graves após a intoxicação. Os danos neurológicos mais comuns foram as dificuldades na coordenação motora (ALVES, 2021; LIMA, 2021).

O DEG é um composto orgânico cuja fórmula química é $C_4H_{10}O_3$, no qual possui as funções de álcool e éter. É muito utilizado para trocas térmicas, pois o DEG misturado com água forma um composto anticongelante, no qual tem a capacidade de diminuir o ponto de fusão e aumentar o ponto de ebulição. Tal mistura permanece em estado líquido a baixas temperaturas, o que permite uma troca térmica muito eficiente dentro dos trocadores de calor (ALAGO, 2020).

Nas indústrias, essa mistura passa pela parede externa do tanque de fermentação e não entra em contato com o conteúdo do interior. O produto fermentado deve ser mantido em uma faixa de 8 a 10°C, o que justifica a utilização do anticongelante, entretanto não é muito comum na indústria cervejeira e alimentícia, reduzindo assim o risco de intoxicação (ALAGO, 2020).

Ainda não se sabe a causa exata para essa substância ter sido encontrada nos tanques de armazenamento. Para o MAPA, existem muitas possibilidades, como sabotagem, uso incorreto da substância afim de otimizar o processo de resfriamento do mosto ou vazamento da solução refrigerante para a água (ALVES, 2020).

Até o presente momento, o caso ainda está em aberto sob investigação da Polícia e de autoridades sanitárias, entretanto esse acidente poderia ter sido evitado se houvesse algumas análises qualitativas e quantitativas de compostos presentes na cerveja ao longo da sua produção.

3.17. Métodos de identificação

Existem algumas formas instrumentais de averiguar compostos em produtos, sendo os métodos cromatográficos os mais relevantes. Cromatografia gasosa - Detector por Ionização de Chama (GC-FID), Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com Ultravioleta Visível e Detecção de Índice de Refração (HPLC-UV-RI), Espectroscopia de Infravermelho (NIR) são algumas dessas técnicas. Sendo os métodos cromatográficos os mais confiáveis para a determinação da presença de álcool (WACHEIKO, SZPOT e ZAWADZKI, 2021).

O método de HPLC é um dos mais utilizados atualmente em vários segmentos industriais alimentícios e farmacêuticos pelos resultados rápidos e precisos (MALDANER e JARDIM, 2008). Ele tem a função de separar e analisar quantitativamente grandes variedades de compostos na amostra por meio da migração diferencial. Os dados geralmente são emitidos em formas de picos, os quais indicam o tempo de retenção do composto na fase estacionária, ou seja, o que tiver mais afinidade fica retido (GRUBERT, 2018).

A Cromatografia Gasosa também é usada para determinar a composição de uma amostra. Nessa metodologia, utilizam-se gases de arraste específicos como fase móvel na coluna cromatográfica. Os compostos injetados, são vaporizados, e de acordo com as propriedades químicas, ele fica retido na fase sólida da coluna e transportado em tempos diferentes. É uma técnica usada em substâncias voláteis e termodinamicamente estáveis. Assim como o HPLC, a Cromatografia Gasosa permite a implementação de outros equipamentos que ajudam na precisão (SANTOS, 2021).

Dessa forma, a fim de identificar as substâncias presentes nas cervejas da Backer, o MAPA utilizou a técnica de Cromatografia Gasosa com Espectrometria de Massas, a qual mostrou que a água residual dos trocadores e de resfriamento da empresa estavam realmente contaminadas (LABNETWORK, 2020).

A fim de evitar falhas e acidentes como o caso da cervejaria Backer, é importante se ter padronização e monitoramento de produtos no controle de qualidade alimentícia, como: monitoramento dos produtos de forma rígida e eficaz, cumprimento da legislação; análise de registros de processo para identificar possíveis falhas operacionais ou de equipamentos; programas de qualidade e treinamento; e manutenção periódica de equipamentos.

4. Conclusão

A cerveja artesanal é um bem de consumo promissor dentro do mercado alimentício, conforme mostra a crescente produção e retorno financeiro. Entretanto, de acordo com o descrito no texto, fica clara a importância de entender que existem complexos e rigorosos procedimentos que uma indústria deve seguir visando melhor segurança e controle de processos.

Entender e acompanhar os controles de qualidade que são implementados dentro da indústria pode evitar que casos de contaminações ocorram, sejam químicas ou biológicas. No caso da Cervejaria Backer, embora o processo ainda esteja em andamento, nota-se uma falha de inspeção de produto, o qual não foi monitorado de forma adequada.

Frisa-se a importância para um Engenheiro de Bioprocessos conhecer os processos dentro da indústria, vida útil dos equipamentos, controle de processos e atuar em melhorias para evitar falhas.

Como sugestão a trabalhos posteriores, recomenda-se discutir temas focados nos equipamentos de uma indústria cervejeira e estudos de fluidos atóxicos para troca de calor de forma eficiente.

4 REFERÊNCIAS

- ALAGO, I. <https://www.chemicalrisk.com.br/>. Chemical Risk, 21 janeiro 2020. Disponível em: <https://www.chemicalrisk.com.br/toxicologia-do-dietilenoglicol>. Acesso em: 25/08/2021.
- ALVES, W. Água usada em cerveja Belorizontina estava contaminada, aponta Ministério da Agricultura. Disponível em : <https://brasil.elpais.com/>. El País. Acesso em: 03/09/2021.
- AMBROSI, A., N. Cardozo, and I. Tessaro, Membrane Separation Processes for the Beer Industry: A Review and State of the Art. Food and Bioprocess Technology, 2012: p. 1-16.
- AQUARONE, E.; BORZANI W.; SCHMIDELL W.; LIMA; A. U. Biotecnologia Industrial. 4 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. P.91-143.
- BARTH, R. The chemistry of beer: the science in the suds. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2013.
- BELTRAMELLI, M. Cervejas, brejas e birras: um guia completo para desmistificar a bebida mais popular do mundo. 1ª ed. São Paulo: Leya, 2012.
- BORGES, P. F. O. Concentração do mercado de cerveja no brasil e a participação das micro cervejarias. Monografia (Graduação) Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal Fluminense, 2015.
- BORTOLI, D. A. S.; et al. Leveduras e produção de cervejas: revisão. Bioenergia em Revista - Diálogos, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 45-58, 2013.
- BRASIL, Casa Civil, and Subchefia para Assuntos Jurídicos, *Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009*, Poder executivo, Editor. 2009, Diário Oficial da União.
- BRASIL. ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. 2002.
- BREDA, M. H. Fervura e lupagem. 2010. Disponível em: <http://brejadobreda.blogspot.com/2010/01/passos-4-fervura-e-lupulagem.html>. Acesso em: 10/09/2021.
- BRIGGS. D. E., et al. R. Brewing – Science and Practice, Cambridge: CRC Press, 2014.
- BRUNELLI, L. T. Produção de cerveja com mel: características físico-químicas, energéticas e sensorial. 2012. 103f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Ciências Agrônomicas da UNESP, Campus de Botucatu, Botucatu, 2012.
- CARVALHO, DE GUERREIRO LILIAN. REDETEC. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Produção de Cerveja. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, Rio de Janeiro, 2007.

CARVALHO, L. G. de. Produção de Cerveja. Dossiê Técnico, REDETEC – Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2007.

CURSOS CPT. <https://www.cpt.com.br/>. Cursos CPT, 2021. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/artigos/quais-equipamentos-sao-utilizados-em-uma-microcervejaria> . Acesso em: 10/09/2021.

DE PAULA, T. et al. Viabilidade celular de *Saccharomyces cerevisiae* cultivada em associação com bactérias contaminantes da fermentação, Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(1): 20-25, 2007.

DELIBERALLI, C. C. CERVEJAS ARTESANAIS NO BRASIL: ANÁLISE DA COMUNICAÇÃO INTEGRADA DE MARKETING DA CERVEJARIA BODEBROWN. Monografia (Comunicação Social – Publicidade e Propaganda), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

DINO. Qual a diferença entre cerveja industrializada e cerveja artesanal. Revista Exame, 2015. Disponível em:

DINSLAKEN, D. 8 dicas para melhorar a clarificação da cerveja. 2016. Disponível em: <https://concerveja.com.br/8-dicas-para-melhorar-clarificacao-da-cerveja/>. Acesso em: 10/07/2021.

Disponível em: <http://revistas.unicentro.br/index.php/capitalcientifico/article/view/1539/1723>. Acesso em: 22 mar. 2019.

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

ERNANDES, P. G. M. F; GARCIA-CRUZ, H. C. *Zymomonas mobilis*: um microrganismo promissor para a fermentação alcoólica. Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 30, n. 2, p. 361-380, abr./jun. 2009.

FERNANDES, F. A. P. Melhoria dos indicadores microbiológicos em linhas de enchimento de cerveja em barril. Dissertação Mestre em Tecnologia e Segurança Alimentar, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.

FERNANDES, F. A. P. Melhoria dos indicadores microbiológicos em linhas de enchimento de cerveja em barril. Dissertação de mestrado (Tecnologia e Segurança Alimentar) – Faculdade de Ciência e Tecnologia e Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.

FILHO, W.G.V. Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia. Vol. 1. 2010, São Paulo: Blucher.

GARBIN, R. F. Turismo cervejeiro: a cerveja artesanal brasileira, 2017.

GAVA, A. J; SILVA, C. A. B; FRIAS, J. R. G. Tecnologia de Alimentos: Princípios e Aplicações. São Paulo: Nobel, 2008. 511 p.

GAVA, Altanir Jaime; SILVA, Carlos Alberto Bento; FRIAS, Jenifer Ribeiro Gava. Tecnologia de Alimentos: Princípios e Aplicações. São Paulo: Nobel, 2008. 511 p.

GRUBERT, L. C. <https://freitag.com.br/>. Freitag Laboratórios, 2018. Disponível em: <https://freitag.com.br/> . Acesso em: 14/08/2021.

HINDY, S. A revolução da cerveja artesanal: como um grupo de cervejeiros está transformando a bebida mais apreciada do mundo. São Paulo, 2015. <https://exame.abril.com.br/negocios/dino/qual-a-diferenca-entre-cerveja-industrializada-e-cerveja-artesanal-shtml/> . Acesso em: 07/11/2021.

IBANEZ, M. O que é cerveja artesanal? 2017. Disponível em: <https://www.ocaneco.com.br/o-que-e-cerveja-artesanal/>. Acesso em: 17/08/2021.

JUAN. Nossa cerveja – 7ª Pilsen/Pale Ale. 2013. Disponível em: . Acesso em: 05 jun. 2021.

KALNIN, J. L.; CASAROTTO FILHO, N.; CASTRO, J. E. E. Análise estratégica para implantação de empresas de pequeno porte: cervejarias artesanais. Revista Produção On Line, v. 2, n. 1, 2002.

KUCK, L. S. Cerveja: Sabor e Aroma. 2008. 47f. Trabalho acadêmico (Bacharelado em Química de Alimentos) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. Pelotas, 2008.

KUNZE, W. Technology: Brewing & Malting. 4. ed. Alemanha: VLB Berlin, 2010.

LABNETWORK. Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas prova que água de cervejas estava contaminada <https://www.labnetwork.com.br/>. Labnetwork, 2020. Disponível em: <https://www.labnetwork.com.br/noticias/cromatografia-gasosa-acoplada-a-espectrometria-de-massas-prova-que-agua-de-cervejas-estava-contaminada/> . Acesso em: 25/11/2021.

LI, M.; et al. The antimicrobial peptide-sensing system aps of Staphylococcus aureus. Molecular microbiology, v. 66, n. 5, p. 1136-1147, 2007.

LIMA, D. em.com.br. Caso Backer: vítimas completam um ano na luta pela saúde e por reparação. Estado de Minas Gerais, 03 janeiro 2021. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2021/01/03/interna_gerais,1225489/caso-backer-vitimas-completam-um-ano-na-luta-pela-saude-e-por-reparacao.shtml. Acesso em: 25/08/2021.

LIMA, L. L. A.; FILHO, A. B. M. Técnico em alimentos: tecnologia de bebidas. 2011. (Lindemann, 2009.)

LIMBERGER, S. C. O setor cervejeiro no Brasil: Gênese e evolução. Revista Cadernau. Rio Grande, 2013.

LUCAS. Guia de regulamentação da cerveja artesanal no Brasil. 2016. Disponível em: Acesso em: 27 abr. 2017.

MAPA. Anuário da cerveja 2020, 2020. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-mercearias-registradas-no-brasil-passa-de-1-3-mil/anuariocerveja4.pdf>. Acesso em 01/10/2021.

MARTINS, F. S. et. Al. Estudo do potencial probiótico de linhagens de *saccharomyces cerevisiae* através de testes in vitro. Revista de Biologia e Ciências da Terra. Vol 5; N° 2; Ano 2014.

MATOS, R. A. G. Cerveja: panorama do mercado, produção artesanal, e avaliação de aceitação e preferência. 2011. 90f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

MEGA, J. F. , NEVES, E., Andrade C. J. de. A produção da cerveja no Brasil. Citino, Número 1, 2011.

MENDONÇA, A. Conheça a história da Backer. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/01/09/interna_gerais,1113347/conheca-a-historia-da-backer-primeira-cervejaria-artesanal-mineira.shtml. /. Acesso em: 03/09/2021.

Ministério da Educação e Secretaria de Educação Superior, Referenciais Curriculares Nacionais dos Cursos de Bacharelado e Licenciatura/Secretaria de Educação Superior. 2010, Brasília. p. 99.

MORADO, R. Larousse da Cerveja. São Paulo: Editora Lafonte, 2009.
MTA UFSCAR . MATÉRIA PRIMA PARA AÇÚCAR E ÁLCOOL, 2, 2012, Sertãozinho, CEISE – A CANA- DE- AÇÚCAR. Sertãozinho: MTA UFSCAR, 2012. p.13.

OETTERER, M.; ALCARDE, A. R. Tecnologia da fabricação de cerveja. In: OETTERER, M.; D'ARCE, M. A. B. R.; SPOLO, M. H. F. Fundamentos de Ciência E Tecnologia de Alimentos. Barueri (Sp): Editora Manole Ltda, p.612, 2006.

OLIVEIRA, N. A. M. Leveduras utilizadas no processo de fabricação de cerveja. 2011. 45f. Monografia (Programa de Pós-graduação em Microbiologia Ambiental e Industrial) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

PALMER, J. How to brew- everything you need to know to brew beer right the. Brewers Publications, 3rd edition, 2006.

PARANHOS, A. P. O que é cerveja artesanal? 2017. Disponível em: . Acesso em: 30 set. 2021.

PEÑA-GÓMEZ, N. et al. Microbial stabilization of craft beer by filtration through silica supports. LWT - Food Science and Technology, Valencia, v. 117, setembro, 2019.

PEREZ, C. Consumidores mais complexos e exigentes. Um desafio ético e estético para as marcas contemporâneas. eGesta – Revista Eletrônica de Gestão e Negócios, jul-set/2008.

PETERS, J. et al. Mycotoxin profiling of 1000 beer samples with a special focus on craft beer. Plos One, Tallinn, outubro 2017.

PRESTES, D.N.P. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2019.

QUINTELLA, F.; AYER, F. Conheça a história da Backer, primeira cervejaria artesanal mineira. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/01/09/interna_gerais,1113347/conheca-a-historia-da-backer-primeira-cervejaria-artesanal-mineira.shtml . Acesso em: 03/09/2021.

REITENBACH, A. F. Desenvolvimento de cerveja funcional com adição de probiótico: *Saccharomyces boulardii*. 2010. 82f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

RIBEIRO, B. D et al. Microbiologia Industrial: Alimentos. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, p.496, 2018.

RIBEIRO, B. D. et al. Microbiologia Industrial: Alimentos (Vol. 2). Elsevier, Brasil, 2018. RICCI, L. Caso Backer: saiba como a polícia detectou causa de contaminação de cerveja. Publicado em ESTADO DE MINAS GERAIS. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/06/10/interna_gerais,1155364/caso-backersaiba-como-a-policia-detectou-causa-de-contaminacao-de-ce.shtml. Acesso em 14/08/2021.

ROLIM ET AL, CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA E SUA INFLUÊNCIA SENSORIAL PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL, 2016.

ROSENTHAL, R. Sanitização na produção de cerveja: 10 dicas cruciais para não cometer erros. Disponível em: <https://www.hominilupulo.com.br / cervejas-caseiras / como - fazer / sanitizacao - producao - de - cerveja/>. Acesso em: 03/09/2021.

SACHS, L.G. Cerveja. Ed. Paraná, 2001. (Apostila UEL)

SAMPAIO, R. Propaganda de A a Z. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

SANTOS, M.A. ANÁLISE DE RISCO EM MICROCERVEJARIAS: UM ESTUDO DE CASO. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química), Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2021.

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

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira. Brasília/DF. Grupo Informe Comunicação Integrada. 2014.

SEBRAE. Cartilha do Empreendedor Legalização de Micro e Pequenas Cervejarias. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://sindanf.com/wp-content/uploads/2017/10/Cartilha_Cervejariasdigital.pdf. Acessado em 01/12/2021.

SILVA, D. A importância da fervura do mosto. 2016. Disponível em: <https://www.condadodacerveja.com.br/a-importancia-da-fervura-do-mosto/> . Acesso em: 08/09/2021.

SILVA, D. Moagem de malte. 2017. Disponível em: <https://www.condadodacerveja.com.br/moagem-do-malte/>. Acesso em: 06/07/2021.

SINDICERV - Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja. 2016. Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/>. Acesso em: 30/09/2021.

SOUZA et al. PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL: UM ESTUDO DE CASO. Trabalho de Qualificação do Projeto de Iniciação Científica Integrada Instituto Federal Catarinense, Araquari, Lisboa, 2017.

SOUZA, L. C.; FREITAS, J. M. Desenvolvimento e Caracterização de cerveja artesanal estilo American Pale Ale adicionado de manga da variedade Tommy Atkins. 2016. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Câmpus Rio Pomba, Rio Pomba, 2016.

STEFENON, R. Vantagens Competitivas Sustentáveis na Indústria Cervejeira: O caso das cervejas especiais. Revista Capital Científico - Eletrônica (Rcce), 2012.

SUHRE, T. Controle de Qualidade em Microcervejarias: avaliação da viabilidade, vitalidade e contaminantes em leveduras cervejeiras. 2014. 48 f. Monografia (Graduação em Biotecnologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

VAUGHAN, A. et al. Enhancing the microbiological stability of malt and beer – A review. Journal of the Institute of Brewing, London, v. 111, n. 4, p. 355-371, 2005.

VENTURINI FILHO, WG; CEREDA, MP. Cerveja. In: Almeida lima,U., Aquarone, E., Borzani, W., Schmidell, W. Biotecnologia Industrial (Biotecnologia na produção de alimentos). São Paulo: Edgar Blucher, v.1. p. 91-144, 2001.

VRIESEKOOP, FRANK. KRAHL, MORITZ, HUCKER, BARRY, MENZ, GARRY. Bacteria in brewing: The good, the bad and the ugly, INSTITUTE OF BREWING & DISTILLING, 2013.

WACHEIKO, et al. The application of headspace gas chromatographic method for the determination of ethyl alcohol in craft beers, wines and soft drinks. Food Chemistry, v. 346, junho 2021.

ZUBA, F.; et al. Backer: Polícia Civil indícia 11 pessoas da cervejaria após intoxicação por dietilenoglicol. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2020/06/09/backer-policia-civil-indicia-11-pessoas-apos-intoxicacao-por-dietilenoglicol.ghtml>. Acesso em 14/08/2021.

ZUPPARDO, B. Uso da goma oregonum para estabilização coloidal e de espuma em cerveja. Dissertação Mestre em ciências. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.